

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Křižovatka Těšínská – Třinecká v obci Těrlicko

Intersection Tesinska – Trinecka in Terlicko

Student:

Kristýna Plocová

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Zadání bakalářské práce

Student: **Kristýna Plocová**
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3647R020 Dopravní stavby
Téma: **Křižovatka Těšínská - Třinecká v obci Těrlicko**
Intersection Tesinska - Trinecka in Terlicko
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce Těšínská - Třinecká v obci Těrlicko (GPS 49.7399142N, 18.4954833E) a vhodnost současného uspořádání. Práce bude obsahovat výsledky provedených dopravních průzkumů (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýza dopravní nehodovosti a konfliktních situací).

Pro současné uspořádání bude provedeno kapacitní posouzení (pro výchozí i výhledové intenzity), výkresová dokumentace (situace, dopravní značení) a simulační modely v programu PTV VISSIM (opět pro výchozí i výhledové intenzity).

Dále bude posouzena možnost vybudování okružní křižovatky, možnost změny vedení hlavní komunikace, příp. jiného řešení s ohledem na bezpečnost a plynulost dopravy. Pro všechny návrhy bude provedeno kapacitní posouzení (pouze pro výhledové intenzity), výkresová dokumentace (přehledná situace, ověření průjezdnosti) a simulační modely v programu PTV VISSIM (opět jen pro výhledové intenzity). Navrhovaná řešení se musí lišit od případných existujících dříve řešených návrhů úprav této křižovatky.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích
TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích
TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek
TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích
TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy
TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek

KŘIVDA Vladislav, PETRŮ Jan, MAHDALOVÁ Ivana, ŽITNÍKOVÁ Kateřina. *Hodnocení stavebních prvků křižovatek s využitím videoanalýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2016, 184 s. ISBN 978-80-248-3995-0

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2017

Datum odevzdání: 04.05.2018



Ing. Ivan Fencel, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě4.5.2018.....

.....Kristýna Plešová.....

podpis studenta

Prohlašuji:

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě4.5.2018.....

.....Kristýna Plouková.....

podpis studenta

Anotace

PLOCOVÁ, Kristýna. *Křižovatka Těšínská – Trinecká v obci Těrlicko*. Bakalářská práce. VŠB – TUO Ostrava, Fakulta stavební, 2018, 55s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Cílem bakalářské práce „Křižovatka Těšínská – Trinecká v obci Těrlicko“ je analýza bezpečnosti silničního provozu, vhodnost současného uspořádání a následné navržení možností řešení s ohledem na zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Součástí bakalářské práce je provedení dopravně inženýrského průzkumu včetně video analýzy konfliktních situací, ze kterých byly zjištěny údaje o intenzitách dopravy, jejich směrovém vedení a skladbě dopravního proudu. Následně byly navrženy tři varianty řešení ke zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. A jejich následné posouzení a vyhodnocení. Prvním návrhem je změna přednosti v jízdě, druhý návrh je změna přednosti s navržením kapkovitého ostrůvku a třetím návrhem je okružní křižovatka. Na závěr byly vytvořeny simulační modely křižovatky v programu PTV VISSIM.

Annotation

Plocova, Kristýna. *Intersection Tesinska – Trinecka in Terlicko*. Bachelor's thesis. VŠB – TUO Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2018, 55 p. Supervisor doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

The goal of the bachelor work „Těšínská – Trinecká in Těrlicko“ are to analyze road safety, the suitability of the current arrangement and the subsequent designing of solutions with a view in increasing the safety and fluency of transport. Part of the bachelor's work is the implementation of traffic engineering survey including video analysis of conflict situations, from which the data on the intensity of traffic, their direction and the structure of the traffic flow were found. Three solutions were then proposed to improve traffic safety and fluency. And their subsequent assessment and evaluation. The first proposal is the change of priority in the ride, the second proposal is a change of priority with the design of the drift island, and the third proposal is a circular junction. In the end, simulation models of intersection were created in PTV VISSIM.

Klíčová slova

křižovatka, Těrlicko, doprava, bezpečnost, kapacitní posouzení, dopravní průzkum, nehodovost, okružní křižovatka, PTV VISSIM

Keywords

Intersection, Těrlicko, traffic, safety, capacity assessments, traffic survey, traffic accidents, roundabout, PTV VISSIM

Obsah

Seznam použitého značení	- 1 -
Použité zkratky.....	- 1 -
Seznam veličin	- 2 -
1. Úvod.....	- 4 -
2. Popis lokality a poloha křižovatky	- 5 -
2.1. Křižovatka s ohledem na územní plánovací dokumentaci obce Těrlicko.....	- 7 -
3. Analýza dopravní nehodovosti.....	- 8 -
4. Konfliktní situace	- 10 -
4.1. Výsledky video analýzy konfliktních situací	- 10 -
5. Dopravní průzkum.....	- 11 -
5.1. Označení ramen a směrů křižovatky.....	- 11 -
5.2. Popis ramen.....	- 12 -
5.3. Intenzita dopravy	- 15 -
5.4. Špičková hodina dopravy.....	- 17 -
6. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – současný stav	- 18 -
6.1. Stupeň podřazenosti	- 19 -
6.2. Rozhodující intenzity	- 19 -
6.3. Kritický časový odstup	- 20 -
6.4. Následné mezery	- 20 -
6.5. Základní kapacita	- 21 -
6.6. Výsledná kapacita	- 22 -
6.7. Rezerva kapacity	- 23 -
6.8. Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy	- 24 -
6.9. Stanovení délky fronty	- 26 -
7. Kapacitní posouzení křižovatky dle jednotlivých křižovatek	- 28 -

7.1.	Křižovatka A	- 28 -
7.2.	Křižovatka B	- 29 -
7.3.	Křižovatka C	- 30 -
8.	Prognóza intenzit.....	- 31 -
9.	Posouzení kapacity neřízené křižovatky – výhledový stav	- 34 -
10.	Návrhy úprav křižovatky	- 35 -
10.1.	Varianta A – změna přednosti v jízdě a malé stavební úpravy	- 35 -
10.1.1.	Popis návrhu.....	- 35 -
10.1.2.	Vodorovné dopravní značení	- 35 -
10.1.3.	Svislé dopravní značení	- 36 -
10.1.4.	Kapacitní výpočet varianty A	- 36 -
10.2.	Varianta B – změna přednosti v jízdě s vybudováním kapkovitého ostrůvku- 37 -	
10.2.1.	Popis návrhu.....	- 37 -
10.2.2.	Vodorovné dopravní značení	- 38 -
10.2.3.	Svislé dopravní značení	- 38 -
10.2.4.	Kapacitní výpočet varianty B.....	- 39 -
10.3.	Varianta C – okružní křižovatka	- 40 -
10.3.1.	Popis návrhu.....	- 40 -
10.3.2.	Vodorovné dopravní značení	- 41 -
10.3.3.	Svislé dopravní značení	- 41 -
10.3.4.	Kapacitní výpočet varianty C.....	- 43 -
11.	Zhodnocení variant	- 44 -
12.	PTV VISSIM	- 46 -
13.	Závěr.....	- 49 -
14.	Použita literatura.....	- 51 -
	Seznam obrázků	- 53 -
	Seznam grafů.....	- 53 -

Seznam tabulek	- 54 -
Seznam příloh.....	- 55 -
Seznam výkresů.....	- 55 -

Seznam použitého značení

Použité zkratky

A	autobusy
C	cyklisté
ČSN	česká technická norma
KS	konfliktní situace
LNV	lehká nákladní vozidla
M	motocykly
MS	místní komunikace
TNV	těžká nákladní vozidla
O	osobní automobily
OK	okružní křižovatka
PK	pozemní komunikace
PL	Polská republika
TP	technické podmínky
SK	Slovenská republika
ÚKD	úroveň kvality dopravy
d. p.	dopravní proud
pvoz	přepočtené vozidlo
voz	vozidlo

Seznam veličin

C	kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
C_e	kapacita výjezdu [pvoz/h]
C_i	kapacita vjezdu [pvoz/h]
C_n	základní kapacita jízdního n-tého pruhu [pvoz/h]
G_n	základní kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
I	intenzita dopravního proudu ve špičkové hodině [pvoz/h]
I_e	intenzita dopravy na výjezdu [pvoz/h]
I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů [pvoz/h]
I_i	intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
I_k	intenzita dopravy na okružním pásu [pvoz/h]
I_n	intenzita dopravního proudu n [pvoz/h]
I_v	výhledová intenzita dopravy [pvoz/den]
$N_{95\%}$	délka fronty na vjezdech [m]
Rez	rezerva kapacity [pvoz/h]
R_e	poloměr výjezdu [m]
R_i	poloměr vjezdu [m]
a_v	stupeň vytížení [-]
b	vzdálenost mezi kolizními body [m]
h_i^j	dílčí hodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-]

k_i	nenormálová váha kritéria [-]
k_{pi}	koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-]
k_{vi}	koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]
k_{oi}	koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-]
n	dopravní proud [-]
n	počet kritérií [-]
n_k	počet jízdních pruhů na okruhu [-]
$p_{0,n}$	pravděpodobnost nevzdutí dopravního proudu [-]
p_i	pořadí i-tého kritéria v preferenčním uspořádání [-]
t_f	následná mezera [s]
t_g	kritická mezera [s]
t_w	střední doba zdržení
Δ	minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími po okružním pásu [s]
$v_{85\%}$	rychlost charakteristického dopravního proudu, kterou nepřekračuje 85 % vozidel [km/h]
v_i	normovaná váha i-tého kritéria [-]

1. Úvod

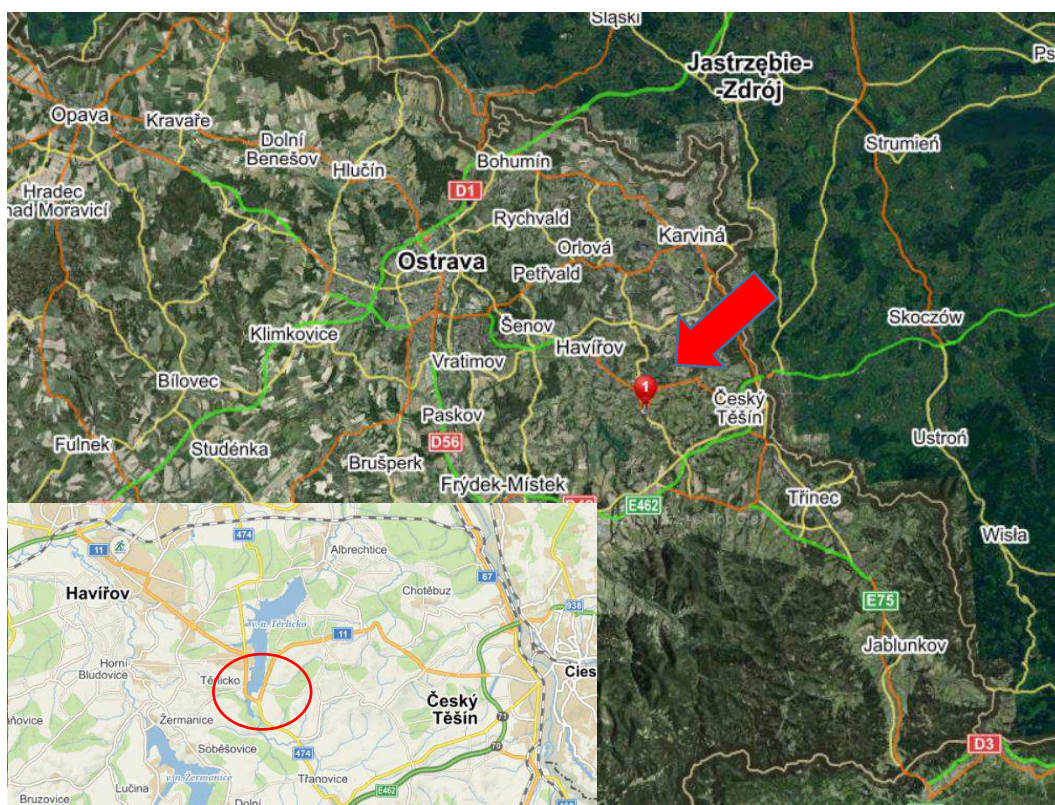
Tato bakalářská práce se zabývá tříramennou úroňovou křižovatkou, kterou tvoří silnice I/11 a II/474 v obci Těrlicko. Cílem je analýza bezpečnosti silničního provozu a vhodnosti současného uspořádání. S ohledem na nedostatky navrhnu vhodná řešení pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy. Největším problémem této křižovatkou je zalomená hlavní přednost způsobující řidičům velké potíže. Dalším problémem této křižovatkou je její velká plocha, která vede k nepřehlednosti a nebezpečnosti v přednosti v jízdě i pro řidiče znalé této problematiky, zejména kvůli vysoké rychlosti.

Touto problematiku křižovatkou se zabývá již několik let i příslušný dopravní inspektorát v Karviné.

Práce je členěná do několika hlavních částí, kde základem je dopravně inženýrský průzkum provedený na podzim roku 2017, při kterém byl pořízený videozáznam. V první části se budu zabývat popisem vybrané lokality. Následně přiblížením nynějšího stavu a problematiky této křižovatkou. Provedu analýzu dopravního průzkumu, při kterém stanovím kapacitní posouzení a provedu prognózu dopravy pro výhledový rok 2037. Pro nynější stav s výchozími a výhledovými intenzitami provedu simulaci v programu PTV VISSIM. V druhé části navrhnu způsoby řešení s ohledem na větší bezpečnost a plynulost dopravy. Prvním řešením bude změna přednosti s menšími stavebními úpravami, druhým řešením je změna vedení hlavní pozemní komunikace s navržením kapkovitého ostrůvku a třetí řešení je vybudování okružní křižovatkou. Pro tyto řešení provedu kapacitní výpočty pro výhledové intenzity. V poslední části ověřím průjezdnost křižovatkou v programu AUTOTURN pro mnou navržené řešení a provedu simulaci křižovatek pro výhledové intenzity v programu PTV VISSIM. Na závěr provedu multikriteriální zhodnocení a jednu z variant vyberu jako nejvhodnější.

2. Popis lokality a poloha křižovatky

Křižovatka silnic I/11 a II/474 leží v obci Těrlicko, která se nachází v okrese Karviná v Moravskoslezském kraji. Obec Těrlicko leží na svazích Těšínské pahorkatiny na řece Stonávce. Obec se nachází na významné dopravní tepně Moravskoslezského kraje, která spojuje Ostravu a Havířov s Polskem a Slovenskem. Těrlicko je známé díky vodní nádrži Těrlicko o rozloze 227 ha a kopci Babí hora s výškou 423 m.n.m. Obec se skládá z dříve samostatných tří částí, a to jsou Horní Těrlicko, Dolní Těrlicko a Hradiště. Katastrální výměra obce je 24,4 km² a zdejší zástavbu tvoří převážně rodinné a bytové domy postavené v 60. letech dříve v nejhustěji obydlené části Horní Těrlicko. K 1.1.2017 žije v obci celkem 4420 obyvatel [2].



Obrázek 2.1 - Širší vztahy a poloha obce Těrlicko [3]

Vybraná křižovatka je situovaná na rozmezí tří částí obce Těrlicko. Jedná se o neřízenou tří ramennou křižovatku se zalomenou hlavní předností. Protínají se zde silnice I. třídy č.11 a silnice II. třídy č.474. Vedlejší komunikace vede na ulici Trinecká ze směru Trinec, která se

rozdvojuje a napojuje na hlavní komunikaci vedenou na ulici Těšínská směrem do Těrlicka a směrem do Českého Těšína.

Silnice I/11 je silnice I. třídy v Česku. Jedná se o nejdelší komunikaci I. třídy v České Republice. K 1.7.2017 je její délka je 372,414 km. Začíná na křižovatce Vrčení (I/32) a dále pokračuje Hradec Králové, Žamberk, Šumperk, Bukovice, Rýmařov, Bruntál, Opava, Ostrava, Šenov, Havířov, Těrlicko, Český Těšín, Jablunkov, Slovensko – Žilina. Jedná se o nepřímější komunikaci v ČR ve směru ze západu na východ. [4]. V části Český Těšín a Třinec patří tato komunikace mezi silnici evropského významu E75.

Silnice II/474 je silnice II. třídy krajského významu, ležící v Moravskoslezském kraji. Její celkové délka je 41,3 km. První část začíná těsně za hranicemi se Slovenskem, kde se odpojuje z komunikace I/11 a vede přes Mosty u Jablunkova, Návsí, Hrádku, kde se znovu napojuje na silnici I/11. Druhá její část začíná na křižovatce v Hnojníku (I/68) a dále pokračuje Třanovice, Těrlicko, Karviná-Doly, Orlová a Dětmárovice.

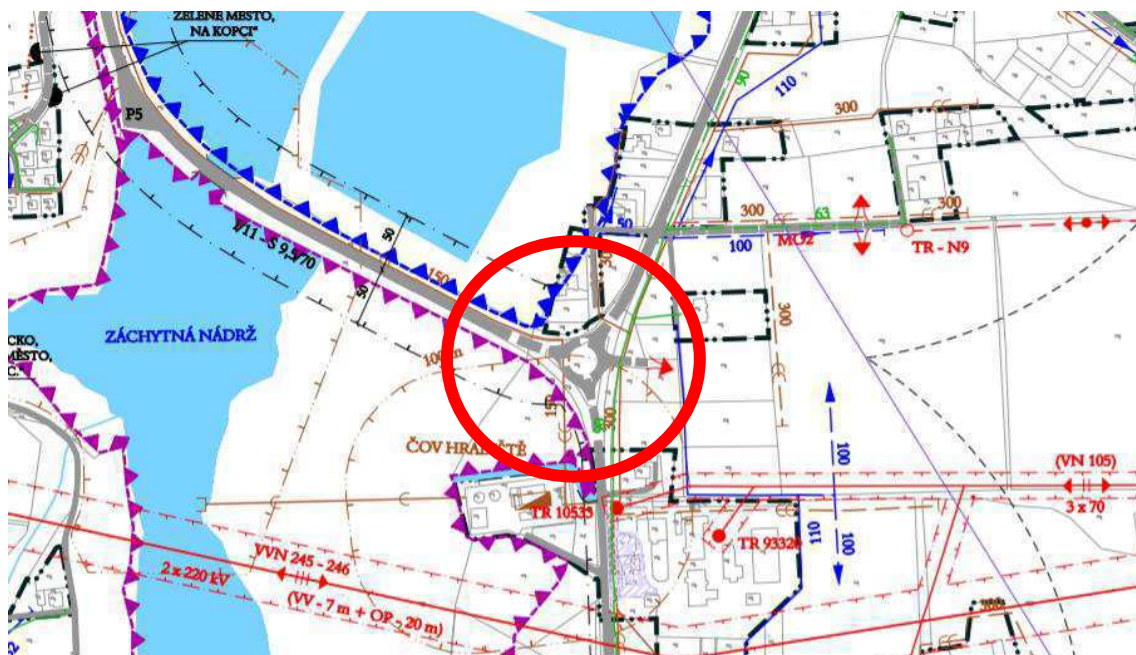


Obrázek 2.2 - Poloha křižovatky [3]

V obci se tyto dvě silnice sbíhají a tvoří tzv. peážní úsek v délce jednoho kilometru. Peážní úsek je termín, kdy se dvě a více komunikací sbíhají v jeden úsek a dále jsou vedeny po stejné trase. V tom případě je jedna komunikace považována za kmenovou (zdrojovou) a další za peážní (hostující). V případě silnic I/11 a II/474 je za kmenovou silnici považována I/11 a za peážní silnici II/474.

2.1. Křižovatka s ohledem na územní plánovací dokumentaci obce Těrlicko

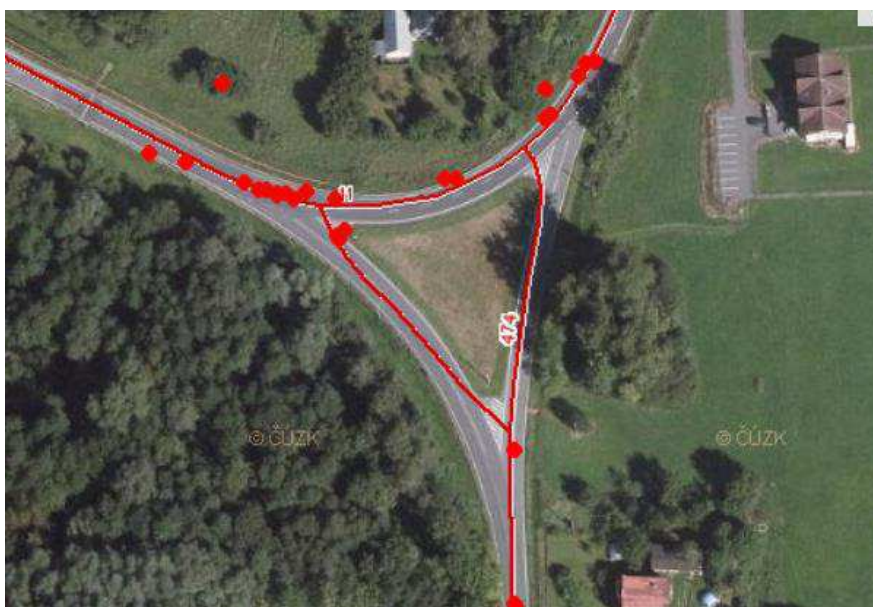
V územní plánovací dokumentaci obce Těrlicka z roku 2015 se nachází změna řešené křižovatky, kde se navrhuje přestavba na okružní křižovatku se čtyřmi rameny. Tato změna je pouze rozpracovaná nikoli v realizaci, a proto tento návrh v územní plánovací dokumentaci nijak neovlivní mnou navržená řešení. Jedno rameno v tom návrhu je využíváno velmi zřídka, jelikož vede na pole. Jako jinou přístupovou komunikaci na pole se může využít nedaleké parkoviště.



Obrázek 2.1.1 - Územní plánovací dokumentace obce Těrlicko [1]

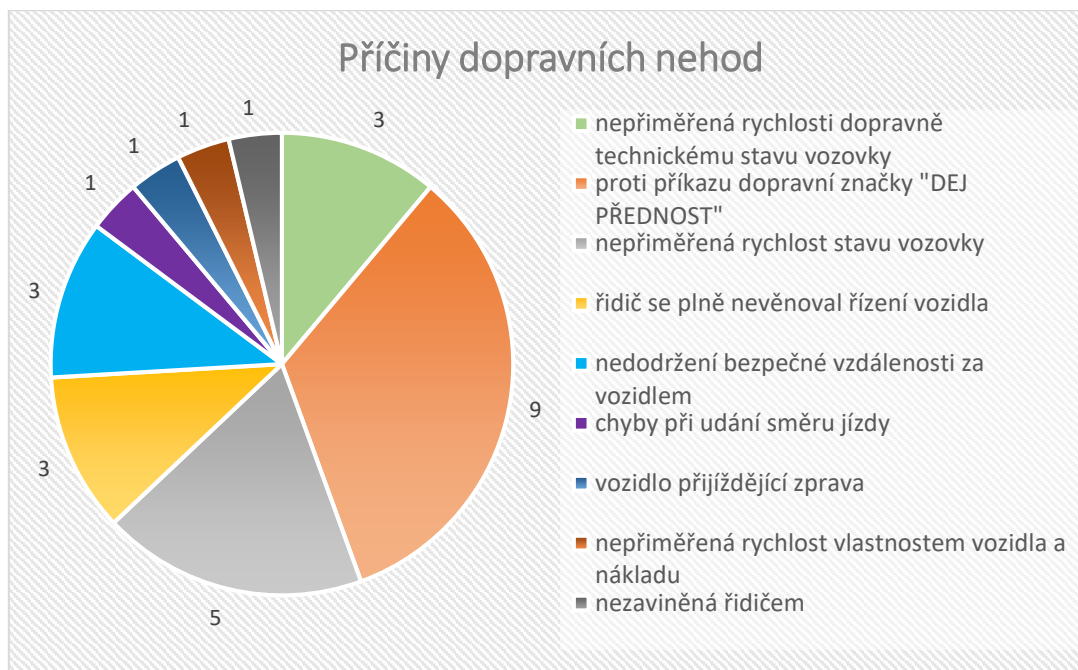
3. Analýza dopravní nehodovosti

Analýzu dopravní nehodovosti jsem zpracovala dle databáze Centra dopravního průzkumu a Policie České republiky [5] zaznamenané od 1.1.2007 do 31.12.2017. Každá dopravní nehoda má své číslo, podle kterého lze zjistit bližší informace, jako jsou příčina a druh nehody, datum nehody, typ auta, způsobená škoda a atd. Díky těmto informacím o dopravní nehodě, lze statisticky vyhodnotit důvody dopravních nehod na této křižovatce, vyhodnotit případné nedostatky a následně navrhnout možná opatření pro zajištění větší bezpečnosti.



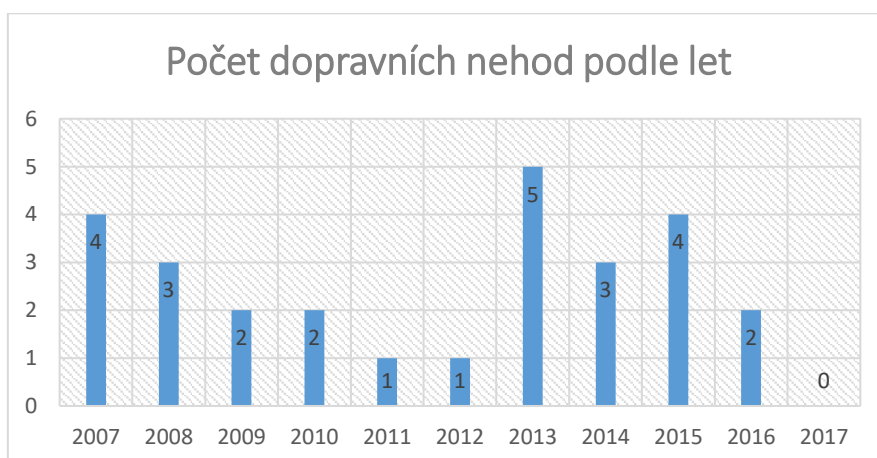
Obrázek 3.1 - Místa dopravních nehod na řešené křižovatce [5]

Hlavní příčinu dopravních nehod lze rozdělit do pěti hlavních kategorií a čtyř jiných příčin nehod neopakujících se. Které to jsou je zobrazeno v grafu č.1. Nejčastější příčinou dopravních nehod je nedodržení příkazu dopravní značky „Dej přednost v jízdě“, které způsobilo většinou boční náraz. Další častou příčinou dopravních nehod je nepřiměřená rychlost s ohledem na stav vozovky (např. náledí, bláto, mokrá povrch apod.). Ostatními častými příčinami jsou nepřiměřená rychlost s ohledem na technický stav vozovky, řidič se plně nevěnoval řízení a další nedodržel bezpečnou vzdálenost za vozidlem. Jinými málo častými dopravními nehodami byly chyby při udání směru jízdy, vozidlo přijíždějícímu zprava, nepřiměřená rychlost stavu vozidla a nákladu a nehoda nezpůsobená řidičem.



Graf 1 – Příčiny dopravních nehod

Vzhledem k charakteru následků se nejedná o nebezpečnou křižovatku, neboť pouze ve dvou případech došlo k těžkému zranění. V dalších jedenácti případech došlo k lehkému zranění a ve zbylých třinácti nehodách došlo pouze ke hmotné škodě. Výsledný počet nehod je hodně zavádějící z důvodu novelizace zákona č. 274/2008 Sb. [6], jež nabyla platnost 1.1.2009. V této novele zákona došlo ke změně nutnosti hlášení dopravních nehod. Píše se v ní, že povinnost hlášení dopravních nehod je pouze při škodách nad 100 000 Kč a v případě při poškození majetku třetí osobě. Zůstává pak nutnost ohlašování dopravních nehod při vážných zranění či usmrcení. V jiných případech zůstává povinnost sepsání záznamu o nehodě. Z tohoto důvodu klesl počet oznámených dopravních nehod.



Graf 2 – Četnost dopravních nehod od roku 2007 do roku 2017

4. Konfliktní situace

Konfliktní situací se rozumí situace, při které by mezi některými účastníky provozu mohlo dojít k větší než obvyklé míře nebezpečí. [7]

Dopravní nehodu lze brát za následek konfliktní situace, při které se nepodařilo zabránit nebezpečí střetu mezi účastníky provozu. Z tohoto důvodu lze pomocí zaznamenávání konfliktních situací a následných nehod rozhodnout o míře bezpečnosti dotyčného místa a případně provést opatření pro zvýšení bezpečnosti. Nejčastěji se konfliktní situace odehrávají v kolizních bodech křižovatky, tj. v místech průniku možných trajektorií vozidel. [8]

4.1. Výsledky video analýzy konfliktních situací

Na základě videonahrávky pořízenou při dopravním průzkumu a znalosti této křižovatky, jsem posoudila konfliktní situace, které mohly zapříčinit dopravní nehodu. Pro tuto analýzu jsem vycházela z dokumentu Konfliktní situace v silniční dopravě. [9]

První konfliktní situace nastává při odbočení z hlavní komunikace, silnice I/11 ze směru Český Těšín, směrem Trinec na silnici II/474. Při tomto odbočení je nutno zastavit z důvodu špatného rozhledu na protijedoucí směr. Proto většina řidičů zastaví až v opačném pruhu za účelem lepšího rozhledu, a tím způsobuje překážku pro protijedoucí vozidla. Toto odbočení předcházející zastavením je také nebezpečné z důvodu velké intenzity a rychlosti vozidel jedoucích ve směru a v protisměru. Křižovatce směrem z tohoto ramena předchází dlouhá rovinka, kde řidiči často nedodržují rychlost a bezpečnostní odstup, a proto je možná nehoda.

Druhá konfliktní situace nastává při napojení z vedlejší komunikace směrem z Trince na hlavní komunikaci směrem Těrlicko. Neboť řidiči nedodržující značku „Dej přednost v jízdě“ a z důvodu špatných rozhledových poměrů nejsou schopni dostatečně včas vyhodnotit vzdálenost přijíždějících vozidel po hlavní komunikaci zprava i zleva, aby mohli plynule projet touto křižovatkou. V některých případech si řidiči myslí, že stihnou projet, ale na poslední chvíli zabrzdí a vozidla jedoucí za nimi nestihnou dostatečně včas zareagovat a najedou do vozidla před ním. Z toho důvodu v tomto místě je zaznamenáno mnoho dopravních nehod.

5. Dopravní průzkum

Pro mnou řešenou křižovatku ulic Těšínská a Třinecká v obci Těrlicko jsem provedla dopravní průzkum. Průzkum jsem provedla ve dne 12.10.2017 v běžný pracovní den ve čtvrtek. Průzkum jsem rozdělila do dvou časových etap. První etapa průzkumu se uskutečnila ráno od 6:00 do 8:00 a druhá etapa byla provedena odpoledne od 14:00 do 16:00. Tyto dvě časové etapy jsem zvolila z důvodu očekávaného největšího počtu vozidel na cestě. Je to doba, kdy lidé cestují do práce a z práce, jsou často využívány prostředky hromadné dopravy a je větší množství zásobovacích vozidel na cestě.

Dopravní průzkum jsem provedla na videokameru a následně provedla sčítání pro jednotlivé jízdní směry a rozdělila do kategorií dle typu vozidla. Sčítání jsem provedla na jednotlivé sčítací archy podle jednotlivých směrů pomocí čárkovací metody, viz Příloha P.1. Vozidla jsem rozdělila do šesti kategorií, a to jsou osobní automobily, lehké automobily, těžké automobily, autobusy, motocykly a cyklisté.

Z naměřených hodnot jsem provedla určení složení dopravy, následné přepočtení vozidel dle TP 188 a určila intenzity dopravy, ze kterých jsem stanovila špičkovou hodinu a kterou jsem dále použila ke kapacitnímu výpočtu a posouzení.

Obě etapy průzkumu jsem prováděla ze stejného stanoviště, ze kterého bylo vidět všechny tři ramena řešené křižovatky. Ranní průzkum byl prováděn za zataženého a sychravého počasí, ale s dobrou viditelností a odpolední průzkum byl doprovázen střídavě slunečným a zataženým podnebím.

5.1. Označení ramen a směrů křižovatky

Rameno A – Ulice Těšínská, silnice I/11, směr A doprava na ulici Třineckou

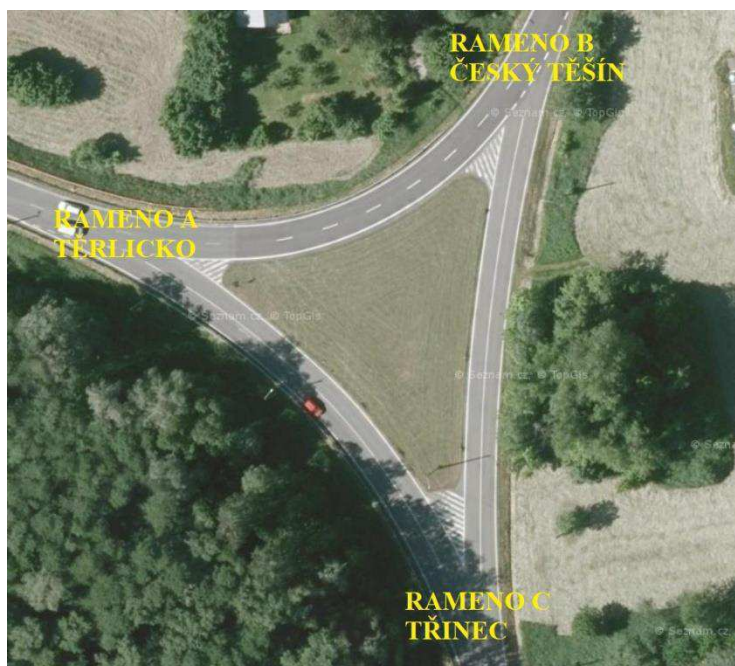
– Ulice Těšínská, silnice I/11, směr B doleva

Rameno B – Ulice Těšínská, silnice I/11, směr C doprava

– Ulice Těšínská, silnice I/11, směr D doleva na ulici Třineckou

Rameno C – Ulice Třinecká, silnice II/474, směr E doleva na ulici Těšínskou

– Ulice Třinecká, silnice II/474, směr F doprava na ulici Těšínskou



Obrázek 5.1.1 - Ramena křižovatky Těšínská – Třinecká [3]

5.2. Popis ramen

Rameno A



Obrázek 5.2.1 - Pohled na křižovatku ze směru Těrlicko [3]

Rameno A tvoří směry A a B na hlavní pozemní komunikaci silnice I/11 ulice Těšínská. Směr A vede po ulici Těšínská směrem od Těrlicka a odbočuje na vedlejší pozemní komunikaci II/474 na ulici Třinecká, směrem Třinec. Směr B vede po hlavní pozemní komunikaci na ulici Těšínská směrem od Těrlicka do Českého Těšína. Jedná se o hlavní tah ze směru Ostrava a Havířov směrem Český Těšín a Jablunkov. Tato dvoupruhová komunikace je široká 7,5 m, je

označena svislým a vodorovným dopravním značením. Maximální povolená rychlost je 90 km/h.

Vodorovné dopravní značení tvoří vodící čára V4, podélná přerušovaná čára V2a, podélná přerušovaná čára V2b a šikmé rovnoběžné čáry V13a. Svislé dopravní značení tvoří „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ P1, dodatkovou značku „Tvar křižovatky“ E2b a jinou informativní značku „Dopravní vysílání“ IJ15.

Rameno B



Obrázek 5.2.2 – Pohled na křižovatku ze směru Český Těšín [3]

Rameno B tvoří směry C a D na hlavní pozemní komunikaci silnici I/11 ulice Těšínská. Směr C vede po hlavní pozemní komunikaci na ulici Těšínská směrem od Českého Těšína do Těrlicka. Jedná se o hlavní tah směrem od Jablunkova a Českého Těšína, směrem Havířov a Ostrava. Směr D vede po ulici Těšínská směrem od Českého Těšína a odbočuje na vedlejší pozemní komunikaci II/474, ze které se napojuje na hlavní rameno vedlejší pozemní komunikaci II/474 na ulici Třinecká, směrem Hradiště a Třinec. Tato dvoupruhová hlavní komunikace je široká 7,5 m a je označena svislým a vodorovným dopravním značením. Maximální povolená rychlost je 90 km/h.

Vodorovné dopravní značení představuje vodící čára V4, podélná přerušovaná čára V2a a V2b a šikmé rovnoběžné čáry V13a. Svislé dopravní značení tvoří „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ P1 a dodatkovou značku „Tvar křižovatky“ E2b.

Rameno C



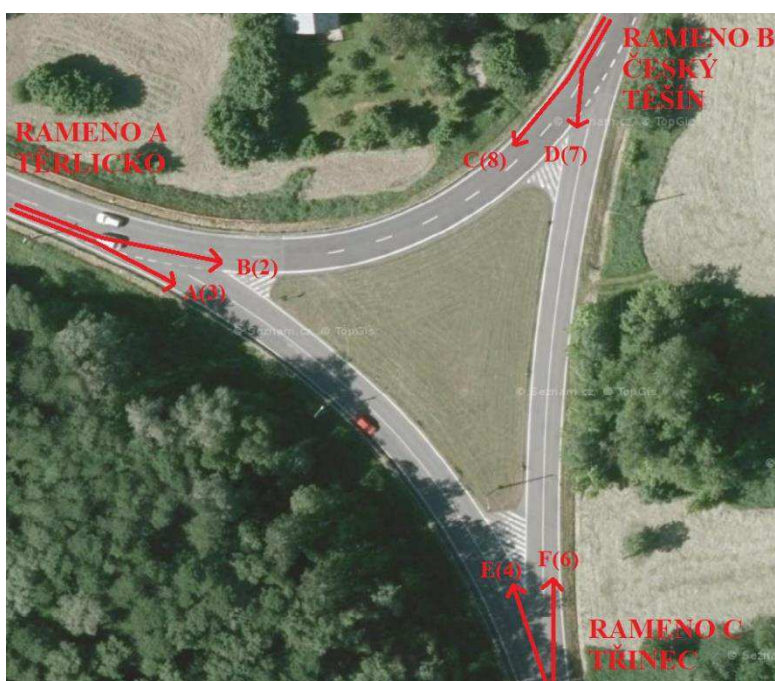
Obrázek 5.2.3 – Pohled na křižovatku ze směru Trinec [3]

Rameno C tvoří směry E a F na vedlejší pozemní komunikaci silnice II/474 ulice Třinecká. Směr E vede po hlavním ramenu vedlejší pozemní komunikace na ulici Třinecká od Trince a dále se napojuje na hlavní pozemní komunikaci I/11 ulice Těšínská směrem do Těrlicka. Směr F vede po vedlejším ramenu vedlejší pozemní komunikace na ulici Třinecká směrem z Trince a dále se napojuje na hlavní pozemní komunikaci I/11 ulice Těšínská směrem do Českého Těšína a Jablunkova. Tato dvoupruhová komunikace se rozpojuje na hlavní a vedlejší rameno. Její šířka je 7,5 m, je označená svislým a vodorovným dopravním značením. Maximální povolená rychlost je 90 km/h.

Vodorovné dopravní značení vedlejší pozemní komunikace tvoří vodící čára V4, podélná přerušovaná čára V2b, podélná souvislá čára V1a a šikmé rovnoběžné čáry V13a. Svislé dopravní značení na ramenu křižovatky tvoří dodatková značka „Tvar křižovatky“ E2b, „Dej přednost v jízdě“ P4, informativní značky „Obec“ IS12a a „Konec obce“ IS12b. Následně hlavní i vedlejší rameno vedlejší pozemní komunikace má svou značku upravující přednost v jízdě „Dej přednost v jízdě“ P4.

5.3. Intenzita dopravy

Dopravní průzkum proběhl v celkové době 4 hodin, tyto čtyři hodiny byly rozděleny do dvou etap, a to ráno od 6:00 do 8:00 a odpoledne od 14:00 do 16:00 po 15minutových intervalech. V této době projelo křižovatkou celkem 2941 vozidel. Největší intenzita vozidel byla z ramene „A“ celkem 1295 vozidel. Přičemž po hlavní komunikaci projelo celkem 519 vozidel a celkový počet vozidel odbočujících na vedlejší pozemní komunikaci byl 776. Druhým nejvytíženějším ramenem bylo rameno „C“, kterým projelo celkem 1003 vozidel. Vozidel odbočujících doleva bylo 953 a odbočujících doprava bylo 50. Nejméně vytíženým ramenem bylo rameno „B“, kterým projelo 643 vozidel, přičemž po hlavní komunikaci projelo 598 vozidel a počet vozidel odbočujících na vedlejší pozemní komunikaci bylo 45.



Obrázek 5.3.1 – Označení dopravních směrů [3]

Největší intenzitu dopravního proudu vozidel bylo na směru E, směrem z Třince do Těrlicka, což činilo 953 vozidel. Druhý nejvíce vytížený byl dopravní proud směrem A, směrem z Těrlicka do Třince, což bylo 776 vozidel. Celkové výsledky jsou uvedeny v Tabulce 1.

Intervaly sčítání po patnácti minutách včetně skladby jednotlivých dopravních proudů jsou uvedeny v Příloze P.1.

Časová doba / dopravní proud	RAMENO A		RAMENO B		RAMENO C		Σ
	A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)	
6:00 - 6:15	20	14	36	3	29	1	103
6:15 - 6:30	26	17	32	3	70	0	148
6:30 - 6:45	57	39	27	3	97	2	225
6:45 - 7:00	42	28	34	3	65	4	176
7:00 - 7:15	38	28	34	0	59	4	163
7:15 - 7:30	34	28	41	3	59	0	165
7:30 - 7:45	41	29	33	3	54	4	164
7:45 - 8:00	54	27	37	2	34	3	157
14:00 – 14:15	50	30	42	4	39	3	168
14:15 – 14:30	61	32	36	3	50	3	185
14:30 – 14:45	63	39	35	3	108	4	252
14:45 – 15:00	59	39	40	2	53	2	195
15:00 – 15:15	53	51	39	4	54	7	208
15:15 – 15:30	57	42	46	2	54	4	205
15:30 – 15:45	52	37	36	4	59	2	190
15:45 – 16:00	69	39	50	3	69	7	237
Celkem za 4 hodiny	776	519	598	45	953	50	2941
	1295		643		1003		

Tabulka 1 – Intenzita dopravy [voz/h]

Skladba dopravního proudu řešené křižovatky byla různorodá. Avšak dle očekávání křižovatkou projelo nejvíce osobních automobilů v celkovém počtu 2798. Druhým nejpočetnějším dopravním prostředkem, který projel danou křižovatkou byly lehké nákladní automobily, kterých bylo 45. Další dopravní prostředky, které projeli křižovatkou byly těžké nákladní vozidla, autobusy, cyklisté a motocykly, kterých projelo dohromady 98. Podrobný přehled je uvedený v Tabulce 2.

Druh vozidla	A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)	Σ
O – osobní vozidla	750	486	564	39	913	46	2798
LN – lehká nákladní vozidla	7	0	7	1	17	0	45
TN – těžká nákladní vozidla	4	16	4	0	6	0	17
A – autobusy	6	14	0	9	7	0	36
C – cyklisté	3	1	7	0	6	1	18
M – motocykly	6	2	7	5	4	3	27

Tabulka 2 – Skladba dopravního proudu [voz/h]

5.4. Špičková hodina dopravy

Pro další kapacitní výpočty je třeba stanovit špičkovou hodinu, resp. hodnotu nejvyšší hodinové intenzity dopravy na křižovatce. Měření intenzity dopravy jsem prováděla po patnácti minutových intervalech, poté jsem vždy čtyři intervaly jdoucí za sebou sečetla a součty znázorňují hodinovou intenzitu. Dle výpočtu špičková hodina proběhla od 14:30 do 15:30 při které projelo celkem 860 vozidel. Jednotlivé hodinové intenzity jsou zobrazeny v Tabulce 3.

Časový interval	Σ [voz/h]
6:00 – 7:00	652
6:15 – 7:15	712
6:30 – 7:30	729
6:45 – 7:45	668
7:00 – 8:00	649
14:00 – 15:00	800
14:15 – 15:15	840
14:30 – 15:30	860
14:45 – 15:45	798
15:00 – 16:00	840

Tabulka 3 – Hodinové intenzity

Skladba dopravního proudu ve špičkové hodině je skoro z 95 % tvořená osobními vozidly, druhým nejčastějším dopravním prostředkem byly motocykly, kterých projelo celkem 14. Dále křižovatkou projelo celkem 12 lehkých nákladních vozidel, 9 autobusů, 7 cyklistů a 3 nákladní těžká vozidla.

Druh vozidla	A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)	Σ
O – osobní vozidla	224	161	151	7	257	15	815
LN – lehká nákladní vozidla	2	4	1	1	4	0	12
TN – těžká nákladní vozidla	3	0	0	0	0	0	3
A – autobusy	1	4	2	0	2	0	9
C – cyklisté	0	1	2	0	4	0	7
M – motocykly	2	1	4	3	2	2	14

Tabulka 4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]

6. Kapacitní posouzení neřízené křižovatky – současný stav

Pro výpočet a posouzení kapacity dané tříramenné křižovatky, skládající se z šesti proudů jsem použila *Technické podmínky TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek [10]*. Pro zjednodušení jsem tuto křižovatku posuzovala jako stykovou. K těmto výpočtům je třeba znát intenzity a složení dopravy.

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 5 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [10]

K výpočtu kapacitního posouzení jsem provedla násobení koeficienty dle Tabulky 5 pro získání přepočtené skladby dopravních proudů pro špičkovou hodinu, které jsou uvedeny v Tabulce 6. Celková hodnota přepočtených vozidel byla zaokrouhlená.

	RAMENO A		RAMENO B		RAMENO C		
Časová doba / dopravní proud	A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)	Σ
14:30 – 14:45	64	39,5	34,5	3,5	106,5	4	252
14:45 – 15:00	60,8	39,5	41,3	2	54	1,8	199,4
15:00 – 15:15	54,5	52,5	39	3,6	54,5	7	211,1
15:15 – 15:30	56,8	42,8	44,9	1,8	54,6	3,8	204,7
Celkem v jednotlivých proudech	236,1	174,3	159,7	10,9	269,6	16,6	867,2
Zaokrouhlené hodnoty	236	174	160	11	270	17	
Celkem přepočtených 868 pvoz/h							

Tabulka 6 – Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

Dopravní proudy 2.stupně:

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 174 + 236 = 410 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 174 + 0,5 \cdot 236 = 292 \text{ pvoz/h}$$

Dopravní proud 3.stupně:

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 174 + 0,5 \cdot 236 + 11 + 160 = 463 \text{ pvoz/h}$$

6.3. Kritický časový odstup

Návrhová rychlost na hlavní komunikaci řešení křižovatky je $v_{85\%} = 90 \text{ km/h}$.

Velikost kritického časového odstupe neboli kritické mezery se určí podle druhu dopravního proudu a podle rychlosti $v_{85\%}$, která je stanovena na hlavní pozemní komunikaci sledované křižovatky. [11]

Druh dopravního proudu	Číslo dopravního proudu	Funkce t_g v závislosti na rychlosti jízdy na hlavní komunikaci $v_{85\%}$ [km] - v [s]
Levé odbočení z hlavní	7	$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6	$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4	$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

Tabulka 7 – Střední hodnoty kritických mezer [11]

Výsledky kritických časových odstupů jednotlivých dopravních proudů:

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 90 = 5,3 \text{ s}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 90 = 6,3 \text{ s}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 90 = 7,2 \text{ s}$$

6.4. Následné mezery

Pro výpočty základních kapacit vedlejších dopravních proudů je třeba znát následné mezery, které závisí na druhu dopravního proudu a na úpravě přednosti v jízdě. Pro danou křižovatku беру hodnoty pro dopravní značení P4 „Dej přednost v jízdě“. Tyto hodnoty jsem vyčetla z Tabulky 8, která je už upravená pro danou křižovatku.

Dopravní proud	Následná mezera t_g	
	P4 „Dej přednost v jízdě!“	P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“
Levé odbočení z hlavní Proud č.7	2,6 s	2,6 s
Pravé odbočení z vedlejší Proud č.6	3,1 s	3,7 s
Levé odbočení z vedlejší Proud č. 4	3,5 s	4,1 s

Tabulka 8 – Hodnoty následných mezer podle dopravního proudu [11]

Výsledné hodnoty následných mezer jednotlivých dopravního proudů:

$$t_{f7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f4} = 3,5 \text{ s}$$

6.5. Základní kapacita

Základní kapacita dopravních proudů udává maximální počet vozidel z podřazených dopravních proudů, které by mohly projet danou křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly z nadřazených dopravních proudů. Proto základní kapacity budu počítat pro dopravní proudy druhého a třetího stupně. Pro dopravní proudy 1.stupně je dána hodnota 1800 pvoz/h.

Základní kapacita se vypočítá podle vzorce:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} \right)} \quad (1)$$

kde:

G_n – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoy/h],

t_f – následná mezera [s],

I_H - rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

t_g – kritická mezera [s].

Výsledky základních kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoy/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{463}{3600}(7,2-\frac{3,5}{2})} = 511 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{293}{3600}(6,3-\frac{3,1}{2})} = 789 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{411}{3600}(5,3-\frac{2,6}{2})} = 877 \text{ pvoz/h}$$

6.6. Výsledná kapacita

Kapacita dopravního proudu prvního stupně udává hodnotou 1800 pvoz/h, jelikož tento dopravní proud má vždy přednost na křižovatce. Dále základní kapacita dopravního proudu druhé stupně, je dána vztahem:

$$C_n = G_n \quad (2)$$

kde:

G_n – základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

n – číslo dopravního proudu [-].

Při základní kapacitě dopravního proudu třetího stupně je nutno zohlednit pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu.

Pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu lze vypočítat podle vztahu:

$$p_{0,n} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - a_v \\ 0 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_n}{C_n} \\ 0 \end{matrix} \right\} \quad (3)$$

kde:

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h],

a_v – stupeň vytížení pro n-tý proud [-],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

n – číslo dopravního proudu [-].

Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu nadřazeného proudu 3.stupně pro proud č.4:

$$p_{0,7} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7}, 0 \right\} = \left\{ 1 - \frac{11}{877}, 0 \right\} = 0,987$$

Pro zjištění výsledné kapacity C_4 dopravního proudu 3.stupně se vychází ze vzorce:

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 \quad (4)$$

kde:

$p_{0,7}$ – pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného proudu č.4 vypočtená podle vztahu (3),

C_4 – kapacita jízdního pruhu č.4 [pvoz/h],

G_4 – základní kapacita jízdního pruhu proudu č.4 [pvoz/h].

Jednotlivé výsledné kapacity dopravních proudů:

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,987 \cdot 511 = 505 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 789 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 877 \text{ pvoz/h}$$

6.7. Rezerva kapacity

Rezerva kapacity je důležitá pro určení střední doby zdržení, resp. pro úroveň kvality dopravy. Rezervu kapacity lze stanovit dvěma způsoby. Prvním je, kdy výsledek rezervy je vyjádřen v jednotkách pvoz/h a druhým je, když výsledek rezervy je vyjádřen v procentech.

Pro výpočet rezervy kapacity dopravního proudu v jednotkách pvoz/h lze použít vztah:

$$Rez = C_n - I_n \quad (5)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [pvoz/h],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Pro výpočet rezervy kapacity dopravního proudu v procentech lze použít vztah:

$$Rez = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) \cdot 100 \quad (6)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [%],

C_n – kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Výsledné rezervy kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$Rez_2 = 1800 - 174 = 1626 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left(1 - \frac{174}{1800}\right) \cdot 100 = 90,3 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 236 = 1564 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left(1 - \frac{236}{1800}\right) \cdot 100 = 86,9 \%$$

$$Rez_4 = 505 - 270 = 235 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left(1 - \frac{270}{505}\right) \cdot 100 = 46,5 \%$$

$$Rez_6 = 789 - 17 = 772 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left(1 - \frac{17}{789}\right) \cdot 100 = 97,8 \%$$

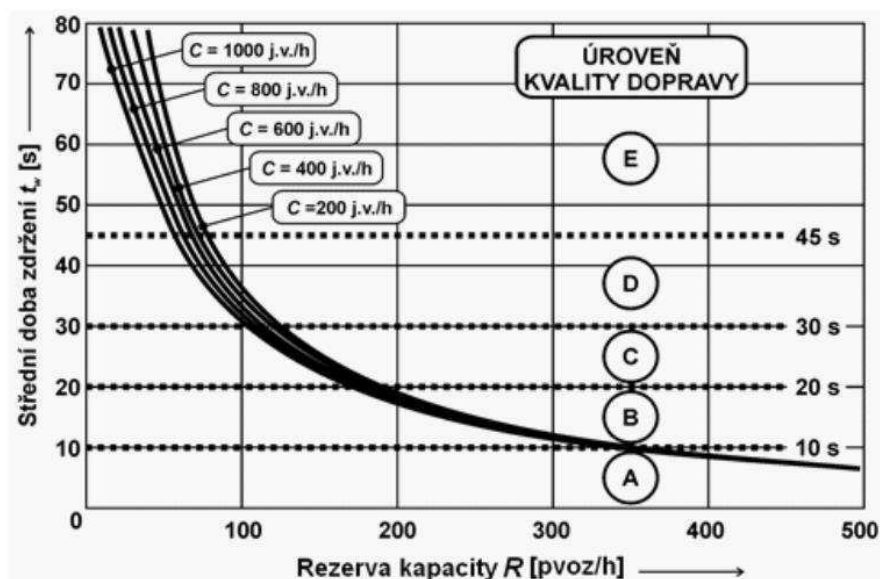
$$Rez_7 = 877 - 11 = 866 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left(1 - \frac{11}{877}\right) \cdot 100 = 98,7 \%$$

$$Rez_8 = 1800 - 160 = 1640 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left(1 - \frac{160}{1800}\right) \cdot 100 = 91,1 \%$$

Nejmenší rezerva kapacity se vyskytuje u dopravního proudu 3.stupně č.4. rezervu, kterou tvoří 235 pvoz/h, což je 46,5 %. Proto vzhledem ke kapacitě je tento dopravní proud na tom průměrně, ale zbylé dopravní proudy jsou na tom výborně.

6.8. Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení je vyjádřena pomocí rezervy kapacity jízdního pruhu a kapacity. Tuto hodnotu jsem určila z Obrázku 6.8.1.



Obrázek 6.8.1 – Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11]

Výsledné doby zdržení a následné určení úrovně kvality dopravy:

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = 17 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_4 = B$$

$$t_{w6} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

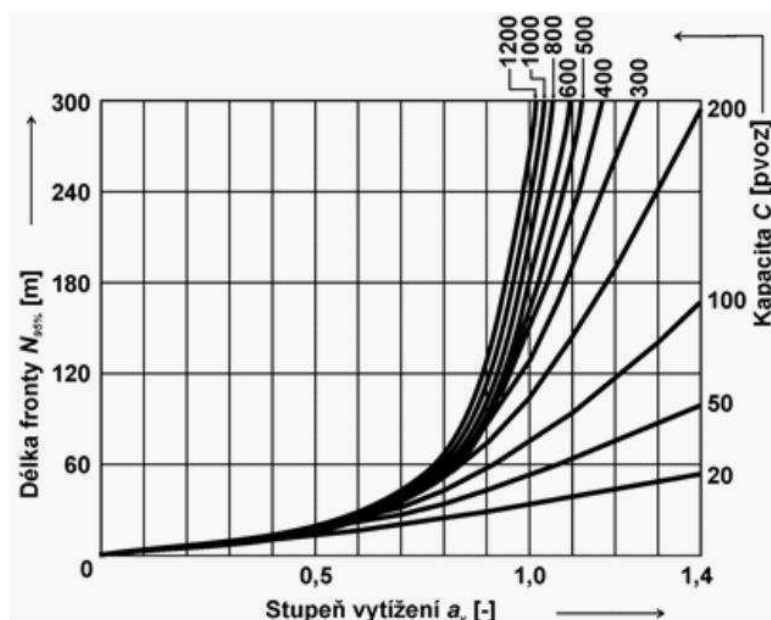
$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Z výsledných dob zdržení byla stanovena $\acute{U}KD$ pro hlavní pozemní komunikaci A a pro vedlejší pozemní komunikaci B. Podle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12] se požaduje pro silnici I. třídy stupeň C a pro silnice II. třídy stupeň D. Posouzení kapacity celé křižovatky je vyhovující dle normy. Střední doba zdržení je pro proud č. 4 je 17 s.

6.9. Stanovení délky fronty

Délka fronty se stanovuje na vjezdech křižovatky pro 95 % pravděpodobnost uvažované délky fronty. Tato hodnota se určí na základě stupně vytížení a výsledné kapacity podle Obrázku 6.9.1.



Obrázek 6.9.1 – Graf pro určení délky fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení a_v [11],
(úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.)

Stupeň vytížení je dán vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (7)$$

kde:

a_v – stupeň vytížení [-],

C_n – kapacita jízdního pruhu n -tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Výslední délky front jednotlivých dopravních proudu:

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{174}{1800} = 0,097 \quad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{236}{1800} = 0,131 \quad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{270}{505} = 0,535$$

$$N_{95\%} = 25 \text{ m}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{17}{789} = 0,022$$

$$N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{11}{877} = 0,013$$

$$N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{160}{1800} = 0,089$$

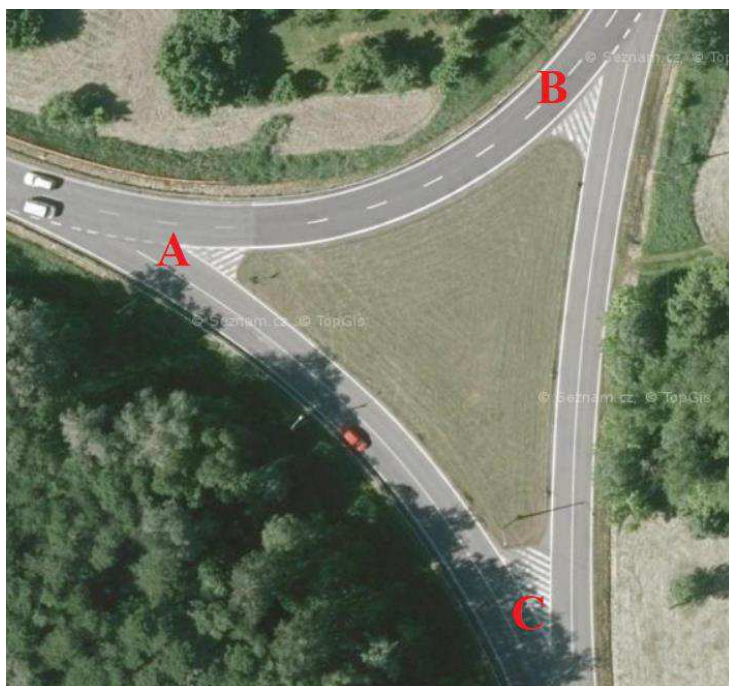
$$N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

Dopravní proud/popisné veličiny		A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)
Intenzita	I [pvoz/h]	236	174	160	11	270	17
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	877	511	789
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	877	505	789
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1564	1626	1640	866	235	772
Rezerva	REZ [%]	86,9	90,3	91,1	98,7	46,5	97,8
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	1	1	17	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	B	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0,131	0,097	0,089	0,013	0,535	0,022
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	2	1	1	1	25	1

Tabulka 9 – Výsledky z kapacitního posouzení ve špičkové hodině v roce 2017

7. Kapacitní posouzení křižovatky dle jednotlivých křižovatek

Křižovatka ulic Těšínská – Trinecká se skládá ze tří menších stykových křižovatek, které jsem kapacitně posoudila dle *Technické podmínky TP 188 - Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek [10]*. Křižovatku jsem si rozdělila na tři stykové křižovatky viz Obrázek 7.1. Při výpočtech kapacitního posouzení jsem postupovala stejně jako při kapacitním posouzení v Kapitole 6. Posouzení kapacity neřízené křižovatky – současný stav.



Obrázek 7.1. – Rozdělení křižovatky na dílčí stykové křižovatky

7.1. Křižovatka A

Dílčí styková křižovatka A se skládá ze šesti dopravních proudů, přičemž dopravní proudy č. 7 a č.6 mají nulovou intenzitu. Dle kapacitního posouzení byla stanovena ÚKD pro hlavní pozemní komunikaci A a pro vedlejší pozemní komunikaci F. Dle *ČSN 73 6102 – Projektování křižovatek na pozemních komunikacích [12]* se požaduje pro silnice I. třídy stupeň C a pro silnice II. třídy stupeň D. Posouzení dílčí stykové křižovatky je nevyhovující dle normy. Výsledky kapacitního výpočtu je uvedeno v Tabulce 10.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)
Intenzita	I [pvoz/h]	174	236	160	0	270	0
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	347	252	393
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	347	252	393
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1564	1626	1640	347	-18	393
Rezerva	REZ [%]	86,89	90,33	91,1	100	-7,14	100
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	1	10	-	8
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	F	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0,131	0,097	0,089	0	1,07	0
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	6	2	2	0	-	0

Tabulka 10 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky A

7.2. Křižovatka B

Dílčí styková křižovatka B se skládá ze šesti dopravních proudů, přičemž dopravní proudy č. 3 a č.4 mají nulovou intenzitu. Dle kapacitního posouzení byla stanovena ÚKD pro hlavní pozemní komunikaci A a pro vedlejší pozemní komunikaci B. Dle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12] se požaduje pro silnice I. třídy stupeň C a pro silnice II. třídy stupeň D. Posouzení dílčí stykové křižovatky je vyhovující dle normy. Výsledky kapacitního výpočtu je uvedeno v Tabulce 11.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)
Intenzita	I [pvoz/h]	0	174	11	160	0	17
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	511	297	460
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	511	204	460
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1800	1626	178	351	204	443
Rezerva	REZ [%]	100	90,33	99,39	68,69	100	96,3
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	1	10	18	8
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	B	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0	0,097	0,006	0,313	0	0,037
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	0	2	2	12	0	2

Tabulka 11 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky B

7.3. Křižovatka C

Dílčí styková křižovatka C se skládá ze šesti dopravních proudů, přičemž dopravní proudy č. 6 a č.7 mají nulovou intenzitu. Dle kapacitního posouzení byla stanovena ÚKD pro hlavní pozemní komunikaci A a pro vedlejší pozemní komunikaci B. Dle ČSN 73 6102 – *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12] se požaduje pro silnice I. třídy stupeň C a pro silnice II. třídy stupeň D. Posouzení dílčí stykové křižovatky je vyhovující dle normy. Výsledky kapacitního výpočtu je uvedeno v Tabulce 12.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)
Intenzita	I [pvoz/h]	17	270	236	0	11	0
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	425	230	400
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	425	230	400
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1783	1530	1564	425	219	400
Rezerva	REZ [%]	99,06	85	86,89	100	95,22	100
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	1	7	18	8
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	B	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0,009	0,15	0,131	0	0,047	0
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	1	8	8	0	2	0

Tabulka 12 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky C

8. Prognóza intenzit

Pro kapacitní posouzení výhledového stavu neřízené křižovatky jsem si zvolila dobu 20 let po provedení dopravního průzkumu, tedy rok 2037. Pro výpočet prognóz intenzit automobilové dopravy jsem postupovala podle *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy (II.vydání)* [13]. Prognózu intenzit automobilové dopravy jsem provedla dle metody jednotného součinitele růstu, která vychází z předpokladu, kdy intenzita dopravy rovnoměrně vzrůstá na stejných typech komunikací. Výhledová intenzita pro rok 2037 je odvozena z výchozí intenzity na řešené komunikaci a z koeficientu prognózy intenzity dopravy.

Pro výpočty jsou vozidla rozdělena na lehká a těžká podle Tabulky 13:

Základní skupina vozidel	Druh vozidla
LV – lehká vozidla	M – motocykly, O – osobní automobily
TV – těžká vozidla	N – nákladní automobily, A – autobusy, K – nákladná soupravy

Tabulka 13 – Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [13 - upraveno]

Toto posouzení pro výhledový stav používá jiné koeficienty podle typu komunikace. Toto rozdělení je uvedeno v Tabulce 14.

Typ komunikace	Kategorie a třída pozemní komunikace
D	dálnice, rychlostní silnice
I	silnice I. třídy (mimo rychlostních)
II + III	silnice II. a III. třídy

Tabulka 14 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [13 - upraveno]

Pro mnou řešenou křižovatku jsem zvolila typ komunikace I, jelikož se zde stýkají silnice I/11, která je silnicí I. třídy s mezinárodním charakterem a silnicí II/474, která je silnicí II. třídy, ale je hlavním tahem na státní hranici se Slovenskem. Prognózy dopravy jsem počítala pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť, jelikož jejich intenzity jsou příliš odlišné.

Z TP 225 jsem vybrala koeficienty pro rok 2017 a výhledový rok 2037 dle typu komunikace I pro dvě skupiny vozidel. Pro skupinu lehkých vozidel je koeficient vývoje dopravy pro rok 2017 $k_{0, LV} = 1,16$ a pro výhledový rok 2037 je koeficient vývoje dopravy $k_{v, LV} = 1,64$. Pro skupinu těžkých vozidel je koeficient vývoje dopravy pro rok 2017 $k_{0, TV} = 1,04$. Pro výhledový rok 2037 je koeficient vývoje dopravy $k_{v, TV} = 1,16$.

Rok	Skupina vozidel LV	Skupina vozidel TV
2017	1,16	1,04
2037	1,64	1,16

Tabulka 15 – Koeficienty vývoje intenzit dopravy [13 - upraveno]

Pro výpočet výhledové intenzity dopravy pro dané skupiny vozidel se použije vztah:

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} \quad (8)$$

kde:

I_{vi} – výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

I_{0i} – výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],

k_{pi} – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Koeficient prognózy intenzit dopravy pro dané skupiny vozidel se vypočte podle vzorce:

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}} \quad (9)$$

kde:

k_{vi} – koeficient vývoje dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-],

k_{0i} – koeficient vývoje dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-],

k_{pi} – koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-].

Výchozí intenzita dopravy vychází ze špičkové hodiny, viz Tabulka 4 – Skladby dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]. Prognózy intenzit dopravy pro výhledový rok 2037 jsou uvedeny v Tabulce 16. Tato tabulka vytváří podrobný přehled o skupinách vozidel, koeficientech pro daný a výhledový rok.

Místo (úsek):	Těrlicko	Posuzovaný profil:	Křižovatka I/11 a II/474		
Číslo komunikace:	I/11	Typ komunikace:	I		
1	Výchozí rok		2017		
2	Výhledový rok		2037		
			Skupina vozidel		
			LV	TV	SV
3	Výchozí intenzita dopravy	L ₀ [voz/h]	836	24	860
4	Koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok	k ₀ [-]	1,16	1,04	-
5	Koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok	k _v [-]	1,64	1,16	-
6	Koeficient prognózy intenzit dopravy	k _p [-]	1,41	1,12	-
7	Výhledová intenzita dopravy	L _v [voz/h]	1186	34	1220

Tabulka 16 – Výpočet výhledových intenzit pro celou křižovatku pro rok 2037 [13 - upraveno]

Prognózu dopravy jsem provedla pro jednotlivé dopravní proudy zvlášť dle typu vozidla v době špičkové hodiny viz Tabulka 17. Celkový počet vozidel na křižovatce vzroste přibližně o 360 vozidel za 20 let.

Druh vozidla	A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)	Σ
O – osobní vozidla	316	228	213	10	363	22	1152
LN – lehká nákladní vozidla	3	5	2	2	5	0	17
TN – těžká nákladní vozidla	4	0	0	0	0	0	4
A – autobusy	2	5	3	0	3	0	13
C – cyklisté	0	3	3	0	6	0	12
M – motocykly	3	2	6	5	3	3	22

Tabulka 17 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro výhledový rok 2037 [voz/h]

9. Posouzení kapacity neřízené křižovatky – výhledový stav

Pro posouzení kapacity neřízené křižovatky v roce 2037 jsem využila stejnou metodu jako v Kapitole 6. Posouzení kapacity neřízené křižovatky – současný stav. Pro výpočet jsem se opět řídila dle *Technické podmínky TP 188. Posuzování kapacity neřízených úroňových křižovatek [10]*. Detailní postup výpočtu je uveden v Příloze P.2.

Výsledky kapacitního výpočtu řešené křižovatky při současném uspořádání pro rok 2037 se nachází v Tabulce 18.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (3)	B (2)	C (8)	D (7)	E (4)	F (6)
Intenzita	I [pvoz/h]	330	243	224	15	378	24
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	732	386	677
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	1800	1800	732	378	677
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1470	1557	1576	717	0	653
Rezerva	REZ [%]	81,7	86,5	87,6	97,9	0	96,5
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	1	1	-	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	A	F	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0,183	0,135	0,124	0,02	0	0,035
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	3	2	2	1	-	

Tabulka 18 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037

Dle posouzení kapacitního výpočtu pro výhledový rok 2037 křižovatka nebude vyhovovat podle normy ČSN 73 6102 [12]. Pro dopravní proudy vyšla úroveň kvality dopravy A až na dopravní proud E, kde úroveň kvality dopravy vyšla F, jelikož u tohoto dopravního proudu vyšla rezerva 0. Z tohoto důvodu bude křižovatka nevyhovující.

10. Návrhy úprav křižovatky

Řešená neřízená křižovatka v současném stavebním uspořádání je velmi nehodová, ačkoliv kapacitním výpočtům vyhovuje, ale již v roce 2037 dle prognózy intenzity dopravy bude nevyhovující, proto jsem navrhla tři varianty řešení. Prvním navrženým řešením je pouze změna v přednosti v jízdě s malými stavebními úpravami, druhou variantou je změna v přednosti v jízdě s vybudováním kapkovitého ostrůvku a posledním řešením je vybudování okružní křižovatky.

10.1. Varianta A – změna přednosti v jízdě a malé stavební úpravy

10.1.1. Popis návrhu

První variantou řešení za účelem zlepšení plynulosti dopravy je změna přednosti v jízdě a malé stavební úpravy. Při této úpravě nebude docházet k záborům. Pro tento návrh jsem vycházela z ČNS 73 6102 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], TP 65 *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [16] a TP 133 *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15]. Viz výkres č. 2.

Při této variantě úpravy dojde ke změně svislého dopravního značení a některého vodorovného dopravního značení, ale většina bude obnovena a dojde k malé stavební úpravě na směru z Českého Těšína do Těrlicka. Tato část křižovatky bude rozšířena na 8,80 m, přičemž každý dopravní pruh bude mít šířku 3,90 m. Toto rozšíření bude probíhat na vnější straně křižovatky a stávající ostrůvek bude zachován. Průjezdnost navržené křižovatky jsem ověřila vozidlem Autobus 15 m dlouhý z důvodu nejhorších vlečných křivek s návrhovou rychlostí 20 km/h, viz výkres č. 3.

10.1.2. Vodorovné dopravní značení

Pro obnovení vodorovného dopravního značení jsem vycházela z TP 133 *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15], dále výkres č. 2.

Vodorovné dopravní značení jsem obnovila stávající a některé vodorovné dopravní značení jsem zrušila a následně navrhla nové. To znamená, že jsem dopravní značení V4 „Vodící čára“ o šířce 0,25 m obnovila na skoro všech stávajících místech až na směr z Českého Těšína do Těrlicka. Toto vodorovné dopravní značení bylo posunuto, dále jsem dopravní značení V2b

(3/6/0,125) „Podélná čára přerušovaná“ obnovila pro lepší přehlednost a lepší vodící linii dopravních pruhů. Následně toto značení jsem zkrátila ze směru z Českého Těšína do Těrlicka a nahradila ho V1a (0,25/50 m) pro usměrnění dopravy. Dopravní značení V2b (1,5/1,5/0,125) „Podélná čára přerušovaná“ jsem obnovila na vjezdu z Třince do Českého Těšína, ale zrušila ve směru z Těrlicka do Třince a dopravní značení V1a „Podélné čára souvislá“ jsem zrušila na tomto směru a nahradila ho V2b (3/6/0,25) „Podélná čára přerušovaná“. Dále navrhuji dopravní značení V2b (1,5/1,5/0,25) „Podélná čára přerušovaná“ na místech napojení ze směru Český Těšín do Těrlicka a do Třince. „Šikmé čáry vodorovné“ V13a jsem pouze obnovila.

10.1.3. Svislé dopravní značení

Pro návrh svislého dopravního značení jsem vycházela z *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [16], dále výkres č. 2.

Svislé dopravní značení upravuji pro změnu přednosti v jízdě, což znamená, že upravím tvar na značkách E2b „Tvar křižovatky“ a dále upravím umístění dopravních značek P4 „Dej přednost v jízdě!“. Svislou dopravní značku P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“ na rameni směrem z Českého Těšína přesunu na rameno ze směru od Třince.

Přehled svislého dopravního značení

V současném stavu křižovatky a ve variantě A se nachází:

3x	P4 „Dej přednost v jízdě!“	- 1x ponecháno
		- 2x přemístěno,
2x	P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“	- 1xpřemístěno,
		- 1xponecháno,
3x	E2b „Tvar křižovatky“	- překresleno,
1x	IJ15 „Dopravní vysílání“	- ponecháno,
1x	IS12a „Obec“	- ponecháno,
1x	IS12b „Konec obce“	- ponecháno.

10.1.4. Kapacitní výpočet varianty A

Kapacitní výpočet jsem provedla pro výhledový rok 2037 podle technického předpisu *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek* [10]. Souhrn výsledku je uveden v Tabulce 19 a podrobný postup je uveden v Příloze P.3.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)
Intenzita	I [pvoz/h]	330	243	224	15	378	24
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	885	694	239	1800	1800
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	885	694	173	1800	1800
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1470	642	470	159	1422	1776
Rezerva	REZ [%]	81,7	72,5	67,7	91,9	79	98,7
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	7	25	1	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	C	A	A
Stupeň vytížení	a _v [-]	0,18	0,27	0,32	0,08	0,21	0,013
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	2	3	3	1	2	1

Tabulka 19 - Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037 varianty A

10.2. Varianta B – změna přednosti v jízdě s vybudováním kapkovitého ostrůvku

10.2.1. Popis návrhu

Druhou variantou řešení za účelem zvýšení bezpečnosti a plynulosti dopravy je změna přednosti a vytvoření kapkovitého ostrůvku. Při této variantě řešení nedojde k žádným záborům. Pro tento návrh jsem vycházela z *ČNS 73 6102 Ed. 2 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [16] a *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15]. Viz výkres č. 4.

Při této variantě dojde ke zrušení zalomené hlavní komunikace, kdy se hlavní pozemní komunikace stane skoro přímou z důvodu převládajících intenzit. Hlavní pozemní komunikací se stane z ramen „A“ a „C“ a rameno „B“ se stane vedlejší pozemní komunikací. Při této změně jsem vytvořila novou vedlejší komunikaci, která bude napojena na hlavní komunikaci pod úhlem 90°. Nároží nově vzniklé stykové křižovatky bude složeno z oblouků o poloměru 10–35 m a výjezd z vedlejší pozemní komunikace bude zpevněn, což bude mít za následek plynulý průjezd pro nákladní automobily, autobusy a nákladní soupravy. Z důvodu zvýšené bezpečnosti jsem na vedlejší pozemní komunikaci umístila dělicí ostrůvek, přesněji se jedná o kapkovitý ostrůvek typu A. Hlavní pozemní komunikace jsem rozšířila na 3,5 m pro zvýšení plynulosti

dopravy. Ve směru z Těrlicka do Trince dojde k rozšíření komunikace na 5,5m z důvodu možného objíždění vozidel odbočujících doleva. Délka rozšíření je v délce 50 m, v plném rozšíření je v délce 60 m a v šířce křižovatky a následné je zúžení v délce 50 m. Průjezdnost navržené křižovatky jsem ověřila vozidlem Autobus 15 m dlouhý z důvodu nejhorších vlečných křivek s návrhovou rychlostí 20 km/h a 5 km/h, viz výkres č. 7.

10.2.2. Vodorovné dopravní značení

Při návrhu vodorovného dopravního značení jsem vycházela z *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15], dále výkres č. 5.

Na hlavní PK jsem vytvořila vodorovné dopravní značení V4 „Vodící čára“ a oddělení protisměrných dopravních proudů mimo křižovatku jsem použila dopravní značení V1a „Podélná čára souvislá“ šířky 0,25 m z důvodu zklidnění dopravy, aby nedocházelo k předjíždění. Na toto dopravní značení v oblasti křižovatky navazuje V2b (3/1,5/0,125) „Podélná čára přerušovaná“. Vedlejší komunikaci od hlavní PK odděluje vodorovné dopravní značení V2b (1,5/1,5/0,25) „Podélná čára přerušovaná“, dále je umístěna V6b „Příčná čára souvislá s nápisem STOP“, tato čára znázorňuje, kde má vozidlo zastavit. Kapkovitý ostrůvek typu A je doplněný vodorovným dopravním značením V4 „Vodící čára“ o šířce 0,25 m a V13a „Šikmé čáry vodorovné“. Na toto dopravní značení je navázáno značení V1a „Podélná čára souvislá“ v délce 30 m a V2b (3/1,5/0,25) „Podélná čára přerušovaná“.

10.2.3. Svislé dopravní značení

Pro návrh svislého dopravního značení jsem vycházela z *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [16], dále výkres č. 5.

V návrhu varianty B se nachází 10 nových svislých značek. Na hlavní PK se nachází dopravní značení P2 „Hlavní pozemní komunikace“ spolu s E2a „Tvar křižovatky“ vždy na obou směrech hlavní PK. Tedy na silnici I/11 ve směru z Těrlicka a II/474 ve směru z Trince. Na vedlejší PK je umístěné dopravní značení P6 „Stůj! Dej přednost v jízdě!“ a E2a „Tvar křižovatky“. Dále ve vzdálenosti 100 m je umístěno značení P4 „Dej přednost v jízdě!“ a E3b „Vzdálenost 100 m“. Na fyzickém kapkovitém ostrůvku z obou stran je umístěno dopravní značení C4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“, toto dopravní značení slouží k upozornění a usměrnění dopravních proudů.

Přehled svislého dopravního značení

V současném stavu křižovatky se nachází:

3x	P4 „Dej přednost v jízdě!“	- 1x přemístěno, 2x zrušeno,
2x	P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“	- zrušeno,
3x	E2b „Tvar křižovatky“	- zrušeno,
1x	IJ15 „Dopravní vysílání“	- ponecháno,
1x	IS12a „Obec“	- ponecháno,
1x	IS12b „Konec obce“	- ponecháno.

V novém stavu varianty B se nachází:

2x	P2 „Hlavní pozemní komunikace“,
3x	E2a „Tvar křižovatky“,
1x	P6 „Stůj! Dej přednost v jízdě!“,
1x	P4 „Dej přednost v jízdě“,
1x	E3b „Vzdálenost“,
2x	C4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“.

10.2.4. Kapacitní výpočet varianty B

Kapacitní výpočet jsem provedla pro výhledový rok 2037 podle technického předpisu *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek [10]*. Toto kapacitní posouzení je skoro shodné jako u varianty A až na následné mezery. Souhrn výsledku je uveden v Tabulce 20 a podrobný postup je uveden v Příloze P.4.

Dopravní proud/popisné veličiny		A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)
Intenzita	I [pvoz/h]	330	243	224	15	378	24
Základní kapacita	G _n [pvoz/h]	1800	885	601	222	1800	1800
Výsledná kapacita	C _n [pvoz/h]	1800	885	601	161	1800	1800
Rezerva	REZ [pvoz/h]	1470	642	377	147	1422	1776
Rezerva	REZ [%]	81,7	72,5	62,7	91,3	79	98,7
Střední doba zdržení	t _w [s]	1	1	8	25	1	1
Úroveň kvality dopravy	ÚKD [-]	A	A	A	C	A	A
Stupeň vytižení	a _v [-]	0,18	0,27	0,37	0,087	0,21	0,013
Délka fronty na vjezdu	N _{95%} [m]	2	3	8	1	2	1

Tabulka 20 – Souhrn výsledků kapacitního výpočtu varianty B pro rok 2037

10.3. Varianta C – okružní křižovatka

10.3.1. Popis návrhu

Třetí variantou řešení pro zvětšení bezpečnosti a zlepšení plynulosti dopravy je okružní křižovatka. V tomto návrhu nebude docházet k žádným záborům pozemků. Při návrhu okružní křižovatky jsem vycházela z *ČNS 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích* [12], *TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích* [14] a *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15]. Viz výkres č. 8.

Okružní křižovatka je navržena jako jednopruhová s třemi rameny, kdy ramena jsou stykově napojena. Vjezd i výjezd okružní křižovatky je jednopruhový. Celkový průměr okružní křižovatky je 50 m, její středový ostrov má průměr 36,6 m, který je vegetačně upraven. Jízdní pás má šířku 6,7 m.

Vjezd na okružní jízdní pás z ramene „C“ má šířku 6,50 m z důvodu, aby i rozměrnější vozidla mohla vjet na okružní pás bez problému a výjezd z okružní křižovatky na rameno „C“ má šířku 5,90 m. Vjezd na okružní jízdní pás z ramene „A“ má šířku 5,70 m z důvodu, aby i rozměrnější vozidla mohla vjet na okružní pás bez problému a výjezd z okružní křižovatky na rameno „A“ má šířku 5,40 m. Vjezd na okružní jízdní pás z ramene „B“ má šířku 6,60 m z důvodu, aby i rozměrnější vozidla mohly vjet na okružní pás bez problému a výjezd z okružní křižovatky na

rameno „B“ má šířku 6,40 m. Nároží vjezdu z ramen „A“ a „C“ jsou o poloměru 35 m a vjezd z ramene „B“ má poloměr 34 m a nároží výjezdů z ramen „B“ a „C“ jsou o poloměru 35 m a výjezd z ramene „A“ je o poloměru 30 m. Mezi protisměrnými jízdními pruhy u všech ramen jsou umístěny dělicí ostrůvky, které jsou využity jako zpomalovací prvek z důvodu vysoké rychlosti mimo obec. Průjezdnost navržené křižovatky byla ověřena vozidlem Autobus délky 15 m z důvodu nejhorších vlečných křivek s návrhovou rychlostí 20 km/h, viz výkres č. 11.

10.3.2. Vodorovné dopravní značení

Pro návrh vodorovného dopravního značení jsem vycházela z *TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích* [15], dále výkres č. 9.

Vodorovné dopravní značení bylo upraveno pro nové stavební uspořádání. Upravení vodorovného dopravního značení V4 „Vodící čára“ o šířce 0,25 m bude pro nové stavební uspořádání. Nově v křižovatce bude V2b (1,5/1,5/0,25) „Podélná čára přerušovaná“, která bude sloužit jako vodící linie na okružní křižovatce. Kolem středového ostrova se nachází vodorovné dopravní značení V4 s odsazením 0,5 od fyzické obruby. Dělicí ostrůvky na všech ramenech ohraničuje „Vodící čára“ V4 s odsazením 0,5 m od fyzické obruby ostrůvku o šířce 0,25 m. Toto vodorovné dopravní značení je doplněno o „Šikmé čáry vodorovné“ V13a. Protisměrné dopravní proudy jsou odděleny vodorovným dopravním značením V1a „Podélné čára souvislá“ v délce 30 m. Dále bude navazovat vodorovné dopravní značení V2b (3/1,5/0,125) „Podélná čára přerušovaná“ v délce 50 m.

10.3.3. Svislé dopravní značení

Pro návrh svislého dopravního značení jsem vycházela z *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích* [16], dále výkres č. 9.

Svislé dopravní značení upravuji pro novou okružní křižovatku. Při příjezdu k okružní křižovatce bude ve vzdálenosti 200 m před ní umístěno informativní směrové dopravní značení IS9b „Návěst před křižovatkou“. Následně na ramenech „B“ a „C“ ve vzdálenosti 100 m budou umístěny svislé dopravní značky B20a „Nejvyšší povolená rychlost 50 km/h“, pod touto dopravní značkou bude dopravní značení A4 „Pozor, kruhový objezd“ a dále E3a „Vzdálenost 100 m“. Tyto tři svislé dopravní značení budou umístěna na jednom dopravním sloupku. Stejný dopravní sloupek bude na rameno „A“, ale ve vzdálenosti 150 m před vjezdem na okružní

křižovatku. Nově bude dopravní značka P4 „Dej přednost v jízdě!“ 3 ks přemístěna a budou umístěné společně na sloupku s dopravní značkou C1 „Kruhový objezd“ vždy 10 m před vjezdem na okružní křižovatku. Příjezdy k okružní křižovatce ze všech ramen jsou opatřeny dopravní značkou C4a „Příkazaný směr objížděný vpravo“, které jsou umístěny na kraji v dělicím ostrůvku. Vždy před výjezdem z okružní křižovatky bude výjezd opatřen informativním směrovým dopravním značením IS3c „Směrová tabule“ se směry jízdy. Na středním ostrově okružní křižovatky naproti vjezdu je umístěno dopravní zařízení Z3 „Vodící tabule“.

Přehled svislého dopravního značení

V současném stavu křižovatky se nachází:

3x	P4 „Dej přednost v jízdě!“	- přemístěno,
2x	P1 „Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací“	- zrušeno,
3x	E2b „Tvar křižovatky“	- zrušeno,
1x	IJ15 „Dopravní vysílání“	- ponecháno,
1x	IS12a „Obec“	- ponecháno,
1x	IS12b „Konec obce“	- ponecháno.

V novém stavu varianty C se nachází:

3x	P4 „Dej přednost v jízdě!“,
3x	C1 „Kruhový objezd“,
3x	C4a „Příkazaný směr objíždění vpravo“,
3x	B20a „Nejvyšší povolená rychlost 50 km/h“,
3x	A4 „Pozor, kruhový objezd“,
3x	E3a „Vzdálenost“,
3x	IS9b „Návěst před křižovatkou“,

3x Z3 „Vodící tabule“,

7x IS3c „Směrová tabule“.

10.3.4. Kapacitní výpočet varianty C

Kapacitní výpočet jsem provedla pro výhledový rok 2037 podle technického předpisu *TP 234 Posuzování kapacity okružní křižovatky* [17]. Souhrn výsledku je uveden v Tabulce 21 a v Tabulce 22. Podrobný postup je uveden v Příloze P.5.

Rameno	d.p.	I [voz/h]	I [pvoz/h]	Δ [s]	t_g [s]	t_r [s]	C_i [pvoz/h]	Rez [pvoz/h]	Rez [%]	t_w [s]	ÚKD	a_v [-]	N_{95} % [m]
A	2	243	243	2,1	3,6	2,6	1371	798	58,21	1	A	0,368	15
	3	329	330								A		
B	7	17	15				1056	817	77,37	1	A	0,163	8
	8	227	224								A		
C	4	380	378				1172	770	65,70	1	A	0,211	12
	6	25	24								A		
Celkem		1221	1214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabulka 21 – Výsledky posouzení vjezdu okružní křižovatky pro rok 2037

Rameno	d.p.	I [voz/h]	I [pvoz/h]	t_f [s]	C_e [voz/h]	a_v [-]	
A	2	243	243	2,2	1636	0,368	vyhovuje
	3	329	330				
B	7	17	15			0,163	vyhovuje
	8	227	224				
C	4	380	378			0,211	vyhovuje
	6	25	24				
Celkem		1221	1214	-	-	-	

Tabulka 22 – Výsledky posouzení výjezdu okružní křižovatky pro rok 2037

11. Zhodnocení variant

Pro porovnání a zhodnocení variant návrhů jsem brala v úvahu tato kritéria:

- bezpečnost,
- cenu výstavby,
- náročnost výstavby,
- kapacita,
- náklady na údržbu,
- estetika.

Pro určení váhy kritéria jsem využila metodu preferenčního pořadí a následně jsem všechny tři navržené varianty řešení porovnála metodou dílčího ohodnocení. Metoda preferenčního pořadí byla využita významná kritéria, kde první místo je nejvýznamnější kritérium a posledním kritérium je nejméně významné. Váhy kritérií dle metody preferenčního pořadí jsou v Tabulce 22.

Pro výpočet nenormované váhy je použit vztah [19]:

$$k_i = n + 1 - p_i \quad (10)$$

kde:

k_i – nenormovaná váha kritéria [-]

n – počet kritérií [-]

p_i – pořadí i-tého kritéria v jeho preferenčním uspořádání [-]

Normovaná váha se vypočítá dle vztahu [19]:

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (11)$$

kde:

v_i – normovaná váha i-tého kritéria [-]

n – počet kritérií [-]

k_i – nenormovaná váha kritéria [-]

Pořadí	Kritérium	k_i [-]	v_i [-]
1	Bezpečnost	6	0,286
2	Cena výstavby	5	0,238
3	Náročnost výstavby	4	0,190
4	Kapacita	3	0,143
5	Náklady na údržbu	2	0,095
6	Estetika	1	0,048
Součet	-	21	1,00

Tabulka 23 – Váhy kritérií metodou preferenčního pořadí

Následně jsem jednotlivým variantám přiřadila body ke každému kritériu. Využila jsem bodovou metodu, kdy bod „3“ znamená nejlepší a bod „1“ znamená nejhorší kritérium. Podle této metody jsem zhodnotila všechny tři varianty řešení. Zhodnocení variant je uvedeno v Tabulce 23. Celkové zhodnocení určité varianty jsem využila vztah [19]:

$$H_j \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j, \text{ pro } j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

kde:

H_j – celkové ohodnocení j-té varianty [-]

v_i – normovaná váha i-tého kritéria [-]

h_i^j – dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-]

Kritérium		Varianta		
Název	v_i [-]	A	B	C
Bezpečnost	0,286	1	2	3
Cena výstavby	0,238	3	2	1
Náročnost výstavby	0,190	3	2	1
Kapacita	0,143	1	2	3
Náklady na údržbu	0,095	1	3	2
Estetika	0,048	1	3	2
Součet	1,00	1,856	2,143	2,001

Tabulka 24 – Zhodnocení variant metodou dílčího hodnocení

Největší počet bodů, tedy nejlepšího výsledku při porovnání jednotlivých variant získala varianta B – vytvoření stykové křižovatky se změnou přednosti v jízdě.

12. PTV VISSIM

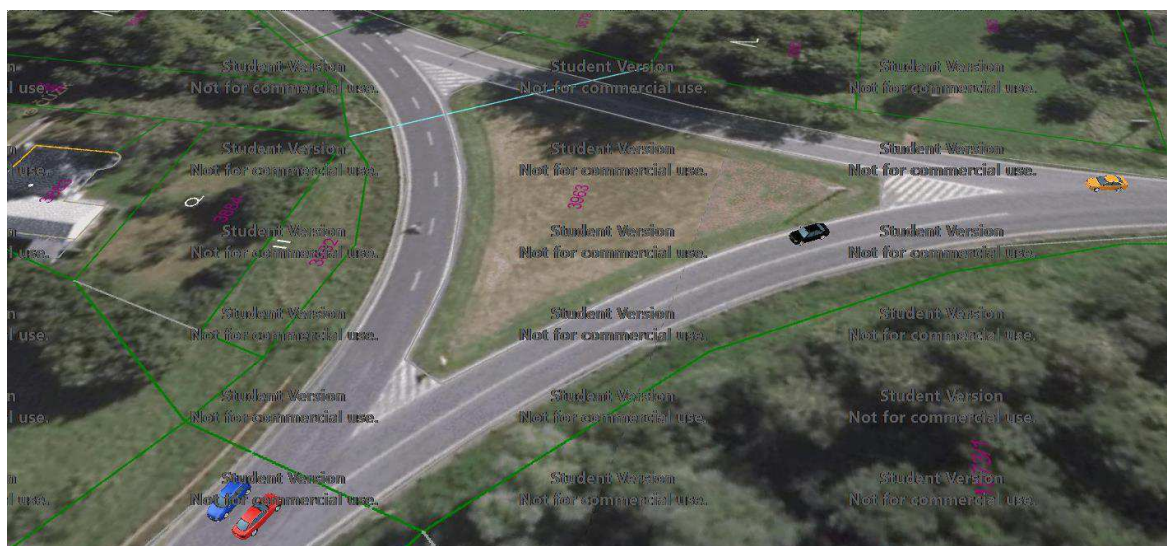
Další částí této bakalářské práce je simulace v programu PTV VISSIM. Je to software, který dokáže reálně simulovat veřejnou hromadnou dopravu stejně tak i osobní dopravu. Tento software je schopen modelovat všechny kategorie pozemních komunikací, umožňuje definovat velké množství typů vozidel jako jsou osobní automobily, nákladní automobily, autobusy, tramvaje, a dokonce cyklisty a chodce.

Byl vytvořen simulační model pro současný stav pro výchozí rok 2017, tak i pro výhledový rok 2037. Dalšími modely, které byly vytvořeny jsou tři navržené varianty řešení vždy pro výhledový rok 2037. Celkově bylo vytvořeno 5 simulací.

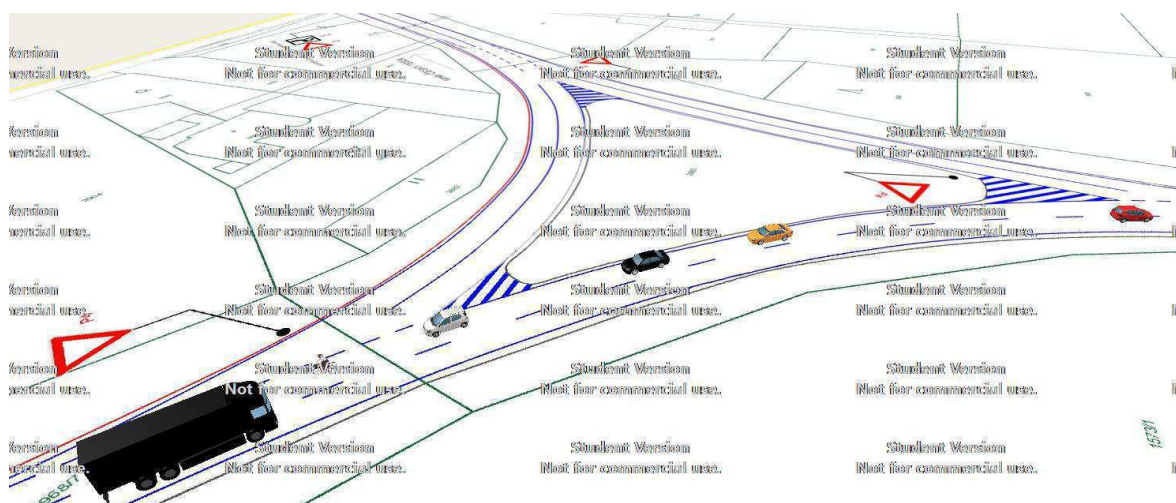
Pro vytvoření simulace dopravy v programu PTV VISSIM jsem nejprve vložila mapový podklad a následně pomocí referenčních bodů jsem určila měřítko. Dále jsem vytvořila jízdní pruhy pomocí tzv. linek a konektorů a určila jsem ramena, ze kterých mají vozidla přijíždět ke křižovatce. Poté jsem určila směry, kam budou vozidla jezdit z jednotlivých ramen. Nadefinovala jsem skladbu dopravního proudu a jeho zastoupení dle typu vozidla. Každému jednotlivému typu vozidla jsem určila rychlost, kterou by měla vjíždět do křižovatky. Posledním a nejdůležitějším nastavením v simulaci je určení kolizních ploch, které jsem provedla dle dopravního značení. Tímto nastavením bylo definováno, který dopravní proud má přednost. V jednom z modelů jsem navíc umístila stop čáru.

Při kontrole simulací nedošlo k žádným problémům, netvořily se kolony a vozidla se pohybovala plynule. Celý výstup z programu PTV VISSIM se nachází na CD přiloženém k této bakalářské práci.

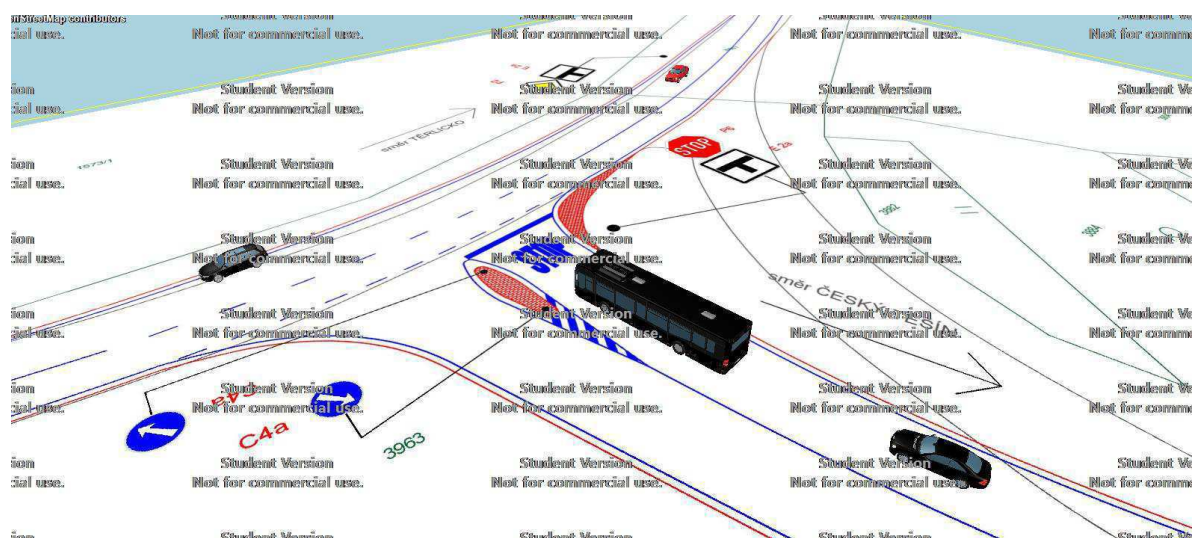
Na obrázcích 12.1 až 12.4 jsou 3D simulace dopravního provozu křižovatky v jednotlivých variantách.



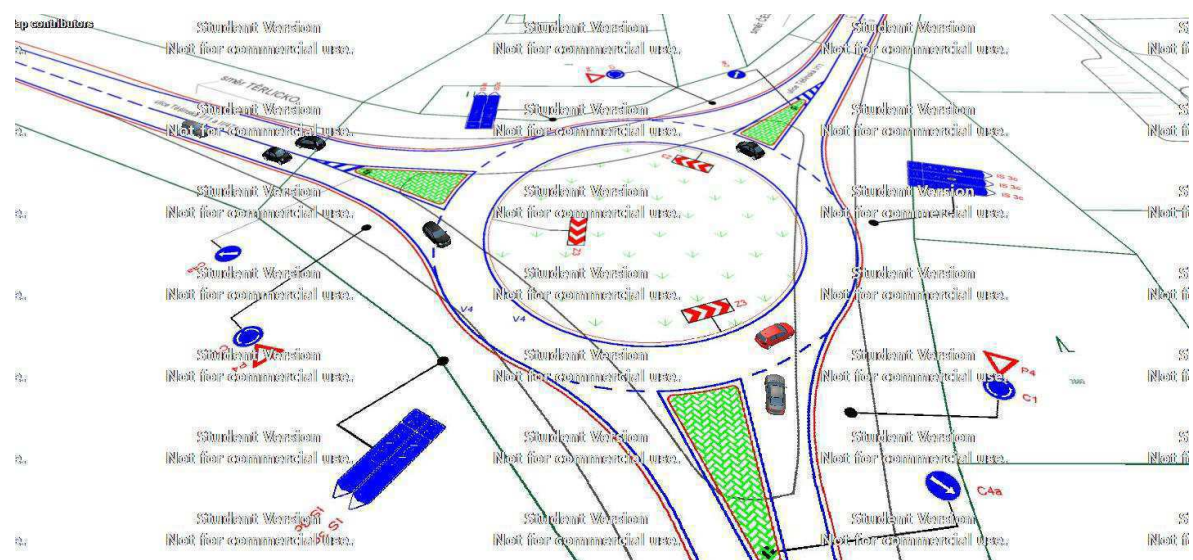
Obrázek 12.1 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – současný stav pro rok 2017



Obrázek 12.2 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta A pro rok 2037



Obrázek 12.3 - Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta B pro rok 2037



Obrázek 12.4 - Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta C pro rok 2037

13. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat bezpečnost silničního provozu a vhodnost současného uspořádání na křižovatce Těšínská – Třinecká v obci Těrlicko, silnici I/11 Těšínská a silnici II/474 Třinecká pro současný a výhledový stav. Na podzim roku 2017 jsem provedla dopravně – inženýrský průzkum, který jsem využila jako podklad pro tuto práci. Během dopravního průzkumu jsem pořídila videozáznam, který jsem využila pro zjištění bezpečnosti a záznam konfliktních situací.

Výsledkem práce je zjištění, že současné stavební uspořádání vyhovuje pro kapacity jednotlivých proudů pro výchozí rok 2017, ale pro výhledový rok 2037 bude nevyhovující. Dalším problémem současného stavu je bezpečnost, ačkoliv počet dopravních nehod není vysoký, s vzrůstajícím provozem může docházet k častějším dopravním nehodám a konfliktním situacím.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout vhodné přestavby řešení současné problematiky. Rozhodla jsem se navrhnout tři varianty řešení. Prvním návrhem je varianta A – změna přednosti v jízdě s malými stavebními úpravami. V této variantě došlo k zrušení zalomené přednosti a hlavní pozemní komunikace se stala skoro přímou. Došlo také k rozšíření komunikace jednoho ramene křižovatky pro zlepšení průjezdnosti. Vodorovné dopravní značení bylo ve většině případů obnoveno a popřípadě upraveno pro toto řešení.

Druhým navrhovaným řešením je varianta B – vznik stykové křižovatky se změnou přednosti v jízdě. V této variantě dochází také ke změně přednosti v jízdě a bude vytvořené nové napojení ramen křižovatky a vznik nové stykové křižovatky. Na vedlejším ramenu nově vzniklé stykové křižovatky se bude nacházet dělicí ostrůvek, přesněji kapkovitý ostrůvek typu A. Mezi rameny B a A dojde ke zpevnění krajnice.

Poslední navrženým řešením je varianta C – okružní křižovatka. V této variantě dojde k vybudování tříramenné okružní křižovatky o průměru 50 m, která zklidní dopravu. Okružní křižovatka bude tvořit ostrov o průměru 36,6 m a jízdní pás šířky 6,7 m. Protisměrné jízdní pruhy na všech ramenech budou odděleny trojúhelníkovým ostrůvkem.

Všechny varianty řešení jsem kapacitně posoudila pro výhledový rok 2037 a byly vyhovující. Dále jsem pro tyto varianty provedla ověření průjezdnosti pomocí vlečných křivek v programu

AUTOTURN Pro 9. Dále jsem provedla vizualizace navržených stavů pro výhledové intenzity v programu PTV VISSIM 10.

Všechny tyto navržené varianty jsem porovnávala na základě několika kritérií a došla jsem k závěru, že nejvhodnějším řešením je varianta B, tedy vznik nové stykové křižovatky se změnou přednosti v jízdě s dělícím kapkovitým ostrůvkem.

14. Použita literatura

- [1] Těrlicko – oficiální web obce: Titulní stránka. *Těrlicko – oficiální web obce: Titulní stránka* [online]. [cit.2018-01-25]. Dostupné z: <http://www.terlicko.cz/>
- [2] *Počet obyvatel v obcích České republiky k 1.1.2017* [online]. Český statistický úřad, 2017 [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/45964084/1300721703.pdf/c2733bca-a698-42cb-a6ec-19b8e95f5bc6?version=1.0>
- [3] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. [cit.2018-01-25]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [4] Délky a další data komunikací. [online]. 2015 Ředitelství silnic a dálnic ČR [cit.2018-01-25]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/delky-a-dalsi-data-komunikaci>
- [5] Jednotná dopravní vektorová mapa. MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. 2017 [cit.2018-02-04]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz/>
- [6] 274/2008 Sb. Zákon, kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o Policii České republiky. *Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. [cit.2018-02-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-274>
- [7] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/index2.htm>
- [8] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-1030-1.
- [9] KŘIVDA, Vladislav. *Konfliktní situace v silniční dopravě*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1. vydání, 2014
- [10] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: TP 188*. 1. vyd. Mariánské Lázně: Pro EDIP vydalo nakl. Koura, 2007. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [11] KŘIVDA, Vladislav a Václav ŠKVAIN. *Městské komunikace a křižovatky. Městské komunikace a křižovatky* [online]. 2011-2013 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/>

- [12] ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích: +Z2*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 2.
- [13] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTR, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978–80 - 87394–07–6.
- [14] *Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky – TP 135: s účinností od 1.4.2017*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, odbor pozemních komunikací, 2017, 56 s.
- [15] *Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích: Technické podmínky – Revize TP 133: s účinností od 1.8.2013*. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, odbor pozemních komunikací, 2013, 84 s.
- [16] *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích: technické podmínky – TP 65: s účinností od 1.8.2013*. Vyd. 2. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2013. ISBN 80-86502-04-X.
- [17] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity okružních křižovatek: TP 234*. 1. vyd. Liberec: EDIP s.r.o., 2011. ISBN 978-80-87394-02-01.
- [18] ČSN 73 6110. *Projektování místních komunikací: + Z1, oprava 1*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [19] OLIVKOVÁ, Ivana, Vladislav KŘIVDA a Michal RICHTÁŘ. *Městská hromadná doprava. Metody stanovení vah kritérií* [online]. 2006 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 – Širší vztahy a poloha obce Těrlicko [3]	- 5 -
Obrázek 2.2 – Poloha křižovatky [3]	- 6 -
Obrázek 2.1.1 – Územní plánovací dokumentace obce Těrlicko [1]	- 7 -
Obrázek 3.1 – Místa dopravních nehod na řešené křižovatce [5]	- 8 -
Obrázek 5.1.1 – Ramena na křižovatce Těšínská – Třinecká [3]	- 12 -
Obrázek 5.2.1 – Pohled na křižovatku ze směru Těrlicko [3]	- 12 -
Obrázek 5.2.2 – Pohled na křižovatku ze směru Český Těšín [3]	- 13 -
Obrázek 5.2.3 – Pohled na křižovatku ze směru Třinec [3]	- 14 -
Obrázek 5.3.1 – Označení dopravních směrů [3]	- 15 -
Obrázek 6.1 – Pentrogram dopravy ve špičkové hodině [pvoz/h]	- 19 -
Obrázek 6.8.1 – Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [3]	- 25 -
Obrázek 6.9.1 – Graf pro určení délky fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení a_v [11] (úprava: doc. Ing. Vladislav Krívda, Ph.D.)	- 26 -
Obrázek 7.1 – Rozdělení křižovatky na dílčí stykové křižovatky	- 28 -
Obrázek 12.1 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – současný stav pro rok 2017	- 47 -
Obrázek 12.2 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta A pro rok 2037	- 47 -
Obrázek 12.3 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta B pro rok 2037	- 48 -
Obrázek 12.4 – Vizualizace v programu PTV VISSIM – Varianta C pro rok 2037	- 48 -

Seznam grafů

Graf 1 – Příčiny dopravních nehod	- 9 -
Graf 2 – Četnost dopravních nehod od roku 2007 do roku 2017	- 9 -

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Intenzita dopravy [voz/h]	- 16 -
Tabulka 2 – Skladba dopravního proudu [voz/h]	- 16 -
Tabulka 3 – Hodinové intenzity	- 17 -
Tabulka 4 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]	- 17 -
Tabulka 5 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [10]	- 18 -
Tabulka 6 – Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]	- 18 -
Tabulka 7 – Střední hodnoty kritických mezer [11]	- 20 -
Tabulka 8 – Hodnoty následných mezer podle dopravního proudu [11]	- 21 -
Tabulka 9 – Výsledky z dopravního průzkumu pro špičkovou hodinu v roce 2017	- 27 -
Tabulka 10 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky A	- 29 -
Tabulka 11 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky B	- 29 -
Tabulka 12 – Výsledky kapacitního posouzení dílčí stykové křižovatky C	- 30 -
Tabulka 13 – Základní skupiny vozidel pro prognózu intenzit dopravy [13 - upraveno] ...	- 31 -
Tabulka 14 – Rozdělení komunikací pro prognózu intenzit dopravy [13 - upraveno]	- 31 -
Tabulka 15 – Koeficienty vývoje intenzit dopravy [13 - upraveno]	- 32 -
Tabulka 16 – Výpočet výhledových intenzit pro celou křižovatku pro rok 2037 [13 - upraveno]	- 33 -
Tabulka 17 – Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině pro výhledový rok 2037 [voz/h]	- 33 -
Tabulka 18 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037	- 34 -
Tabulka 19 – Podrobný přehled vypočtených veličin pro kapacitní výpočet pro výhledový rok 2037 varianty A.....	- 34 -
Tabulka 20 – Souhrn výsledků kapacitního výpočtu varianty B pro rok 2037	- 40 -
Tabulka 21 – Výsledky posouzení vjezdu okružní křižovatky pro rok 2037	- 43 -

Tabulka 22 – Výsledky posouzení výjezdu okružní křižovatky pro rok 2037	- 43 -
Tabulka 23 – Váhy kritérií metodou preferenčního pořadí	- 45 -
Tabulka 24 – Zhodnocení variant metodou dílčího hodnocení	- 45 -

Seznam příloh

Příloha P.1. – Sčítací archy
Příloha P.2. – Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity
Příloha P.3. – Kapacitní posouzení varianty A
Příloha P.4. – Kapacitní posouzení varianty B
Příloha P.5. – Kapacitní posouzení varianty C

Seznam výkresů

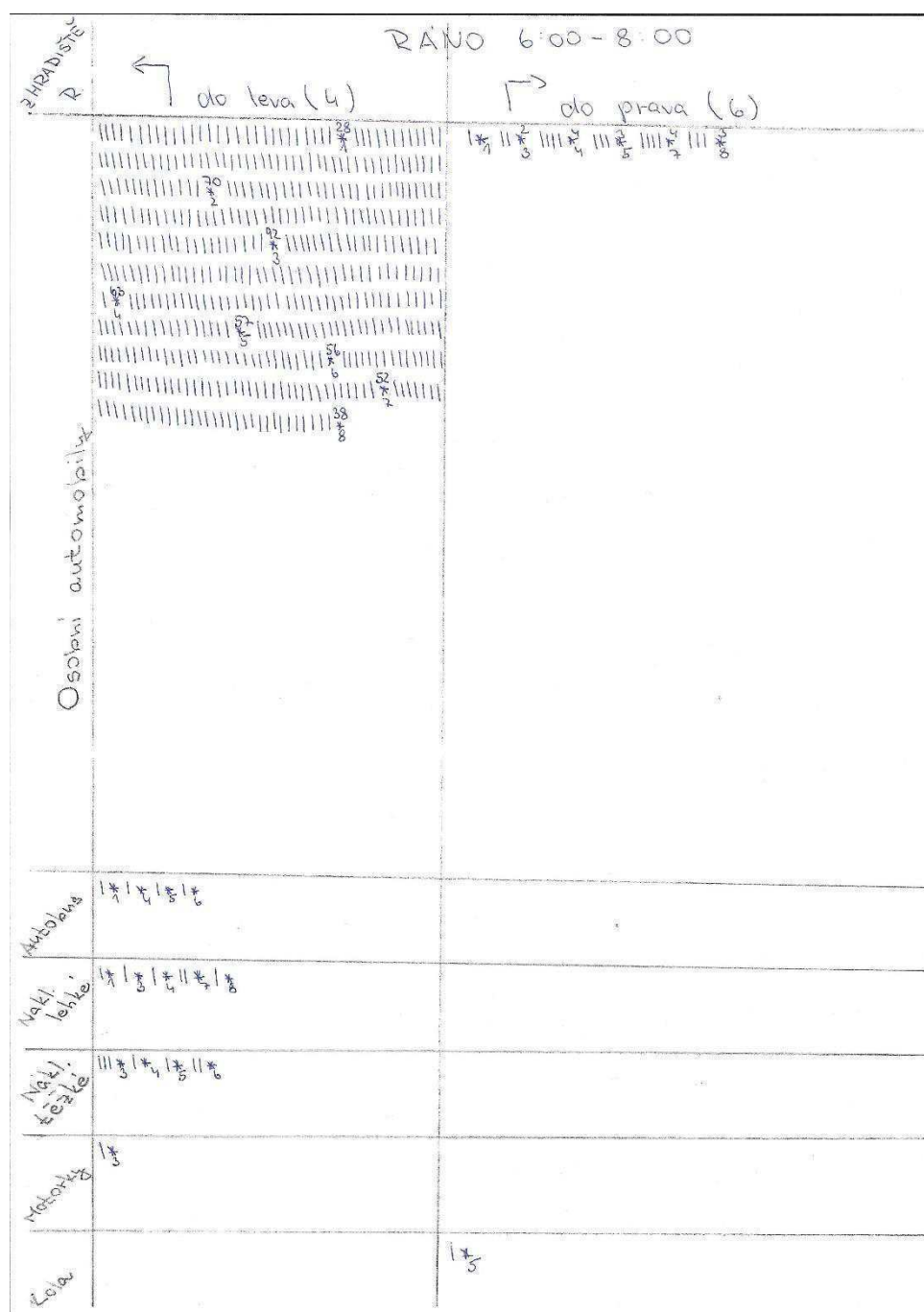
Výkres č.1a – Situace - stávající stav
Výkres č.1b – Situace - stávající stav
Výkres č.2 – Varianta A – změna dopravního značení a stavební úprava
Výkres č.3a – Varianta A – vlečné křivky
Výkres č.3b – Varianta A – vlečné křivky
Výkres č.3c – Varianta A – vlečné křivky
Výkres č.4 – Varianta B – stavební úpravy
Výkres č.5 – Varianta B – dopravní značení
Výkres č.6 – Varianta B – rozhledové poměry
Výkres č.7 – Varianta B – vlečné křivky
Výkres č.8 – Varianta C – stavební úpravy
Výkres č.9 – Varianta C – dopravní značení
Výkres č.10 – Varianta C – rozhledové poměry
Výkres č.11 – Varianta C – vlečné křivky

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladislavu Křivdovi, Ph.D. za ochotu a vstřícný přístup při zpracování této bakalářské práci a Ing. Janu Petřů, Ph.D. za odborné rady a věcné připomínky při tvorbě výkresové dokumentace. Další poděkování patří mé celé rodině, spolužákům a svým kamarádům za podporu a spolupráci.

Přílohy a výkresová část

Příloha P.1. – Sčítací archy



RANO 6:00 - 8:00	
Číslo z Třída 2	<div> <div>↙ do leva (7)</div> <div>↘ do prava (8)</div> </div>
Osobní automobil	<div> <div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div> <div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div> </div>
Autobus	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div>
Náhl. lehké	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div>
Náhl. těžké	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div>
Motorový	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div>
Kolár	<div> <div>1</div> <div>2</div> <div>3</div> <div>4</div> <div>5</div> <div>6</div> <div>7</div> <div>8</div> </div>

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			
Autobus			
Nakl. letke			
Nakl. teške			
Motoriz.			

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			
Autobus			
Nakl. letke			
Nakl. teške			
Motoriz.			

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			
Autobus			
Nakl. letke			
Nakl. teške			
Motoriz.			

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			
Autobus			
Nakl. letke			
Nakl. teške			
Motoriz.			

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			
Autobus			
Nakl. letke			
Nakl. teške			
Motoriz.			

RANO 6:00-8:00	
do leva (2)	do prava (3)
<p>PERBUCA</p> <p>R.</p> <p>Osobni automobil</p>	
<p>Autobus</p>	
<p>Nakl. levo</p>	
<p>Nakl. desno</p>	
<p>Motocikl</p>	
<p>Lok</p>	

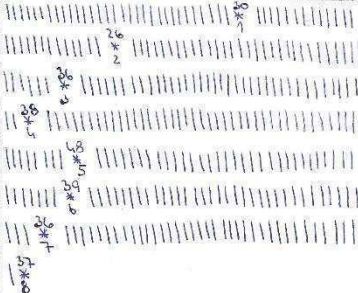

RANO 6:00-8:00	
do leva (2)	do prava (3)
<p>PERBUCA</p> <p>R.</p> <p>Osobni automobil</p>	
<p>Autobus</p>	
<p>Nakl. levo</p>	
<p>Nakl. desno</p>	
<p>Motocikl</p>	
<p>Lok</p>	

RANO 6:00-8:00	
do leva (2)	do prava (3)
<p>PERBUCA</p> <p>R.</p> <p>Osobni automobil</p>	
<p>Autobus</p>	
<p>Nakl. levo</p>	
<p>Nakl. desno</p>	
<p>Motocikl</p>	
<p>Lok</p>	

RANO 6:00-8:00	
do leva (2)	do prava (3)
<p>PERBUCA</p> <p>R.</p> <p>Osobni automobil</p>	
<p>Autobus</p>	
<p>Nakl. levo</p>	
<p>Nakl. desno</p>	
<p>Motocikl</p>	
<p>Lok</p>	

PÉRIODA		RANO 6:00-8:00	
		do leva (2)	do prava (3)
Osobni automobil			

Základní řazení 0	ODPOLEDNE 14:00 - 16:00 ← do leva (7)	→ do prava (8)
Osobní automobil		
Autolana		1 ² 11 ⁵ 1 ⁸
Náhl. lehke	1 ⁵	1 ⁵ 1 ² 1 ⁴
Náhl. těžke		1 ⁷
Motorke	1 ² 11 ⁵ 1 ⁶ 1 ⁸	1 ⁴ 11 ⁶ 1 ⁷
Kola		1 ⁵ 1 ⁸ 1 ⁶ 1 ⁷ 11 ⁸

STĚPULKA 0.		ODPOLEDNE 14:00 - 16:00	
Osobní automobil	← do leva (2)	→ do prava (3)	
			
Autobus	1* 2* 3* 4* 5* 6* 7*	1* 2*	
Makl. ležke	1* 2* 3* 4*	1* 2* 3* 4*	
Makl. ležke		1* 2* 3*	
Matotky	1* 2*	1* 2* 3* 4* 5*	
Lolw	1*	1*	

ODPOLEDNE 14:00-16:00	
<div> <div>2. Hrad Štá</div> <div>0</div> </div> <div> <div>← do leva (4)</div> <div>→ do prava (6)</div> </div>	
Osobní automobily	<div> <div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div> </div>
Autobusy	<div> <div>1</div><div>2</div> </div>
Náhl. lehké	<div> <div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div> </div>
Náhl. těžké	<div> <div>1</div><div>2</div> </div>
Motorcy	<div> <div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div> </div>
Lokál	<div> <div>1</div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div><div>6</div><div>7</div><div>8</div> </div>

Příloha P.2. – Kapacitní posouzení pro výhledové intenzity

Druh vozidla	A	B	C	D	E	F	Σ
O – osobní vozidla	316	228	213	10	363	22	1152
LN – lehká nákladní vozidla	3	5	2	2	5	0	17
TN – těžká nákladní vozidla	4	0	0	0	0	0	4
A – autobusy	2	5	3	0	3	0	13
C – cyklisté	0	3	3	0	6	0	12
M – motocykly	3	2	6	5	3	3	22

Tabulka 1 – Výhledové intenzity ve špičkové hodině pro rok 2037

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
c) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti					
d) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 2 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [10]

	RAMENO A		RAMENO B		RAMENO C		
Dopravní proud	A	B	C	D	E	F	Σ
Celkem v jednotlivých proudech	329,86	242,28	223,87	14,93	377,53	23,41	1211,88
Zaokrouhlené hodnoty	330	243	224	15	378	24	1214
Celkem přepočtených 1214 pvoz/h							

Tabulka 3 – Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

Stupeň podřazenosti:

- 1.stupeň podřazenosti – č.2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – č.6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – č.4

Rozhodující intenzity

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 243 + 330 = \mathbf{573 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 243 + 0,5 \cdot 330 = \mathbf{408 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 243 + 0,5 \cdot 330 + 15 + 224 = \mathbf{647 \text{ pvoz/h}}$$

Kritický časový odstup

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 90 = \mathbf{5,3 \text{ s}}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 90 = \mathbf{6,3 \text{ s}}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 90 = \mathbf{7,2 \text{ s}}$$

Následné mezery

$$t_{f7} = \mathbf{2,6 \text{ s}}$$

$$t_{f6} = \mathbf{3,1 \text{ s}}$$

$$t_{f4} = \mathbf{3,5 \text{ s}}$$

Základní kapacita

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{647}{3600} \left(7,2 - \frac{3,5}{2}\right)} = 386 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{408}{3600} \left(6,3 - \frac{3,1}{2}\right)} = 677 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{573}{3600} \left(5,3 - \frac{2,6}{2}\right)} = 732 \text{ pvoz/h}$$

Výsledná kapacita

$$p_{0,7} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_7}{C_7} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{15}{732} \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,98$$

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,98 \cdot 386 = 378 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 677 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 732 \text{ pvoz/h}$$

Rezerva kapacity

$$Rez_2 = 1800 - 243 = 1557 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left(1 - \frac{243}{1800}\right) \cdot 100 = 86,5 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 330 = 1470 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left(1 - \frac{330}{1800}\right) \cdot 100 = 81,7 \%$$

$$Rez_4 = 378 - 378 = 0 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left(1 - \frac{378}{378}\right) \cdot 100 = 0 \%$$

$$Rez_6 = 677 - 24 = 653 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left(1 - \frac{24}{677}\right) \cdot 100 = 96,5 \%$$

$$Rez_7 = 732 - 15 = 717 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left(1 - \frac{15}{732}\right) \cdot 100 = 97,9 \%$$

$$Rez_8 = 1800 - 224 = 1576 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left(1 - \frac{224}{1800}\right) \cdot 100 = 87,6 \%$$

Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = \text{nelze určit} \rightarrow \acute{U}KD_4 = F$$

$$t_{w6} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Stanovení délky fronty a stupeň vytížení

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{243}{1800} = 0,135 \quad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{330}{1800} = 0,183 \quad N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{378}{378} = 1 \quad N_{95\%} = \text{nelze určit}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{24}{677} = 0,035 \quad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{15}{732} = 0,020$$

$$N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{224}{1800} = 0,124$$

$$N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

Příloha P.3. Kapacitní posouzení varianty A

Druh vozidla	A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)	Σ
O – osobní vozidla	316	228	213	10	363	22	1152
LN – lehká nákladní vozidla	3	5	2	2	5	0	17
TN – těžká nákladní vozidla	4	0	0	0	0	0	4
A – autobusy	2	5	3	0	3	0	13
C – cyklisté	0	3	3	0	6	0	12
M – motocykly	3	2	6	5	3	3	22

Tabulka 1 – Výhledové intenzity ve špičkové hodině pro rok 2037

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
e) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti f) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 2 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [10]

	RAMENO A		RAMENO B		RAMENO C		
Dopravní proud	A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)	Σ
Celkem v jednotlivých proudech	329,86	242,28	223,87	14,93	377,53	23,41	1211,88
Zaokrouhlené hodnoty	330	243	224	15	378	24	1214
Celkem přepočtených 1214 pvoz/h							

Tabulka 3 – Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

Stupeň podřazenosti:

- 1.stupeň podřazenosti – č.2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – č.6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – č.4

Rozhodující intenzity

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 378 + 24 = \mathbf{402 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 378 + 0,5 \cdot 24 = \mathbf{390 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 378 + 0,5 \cdot 24 + 243 + 330 = \mathbf{963 \text{ pvoz/h}}$$

Kritický časový odstup

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 90 = \mathbf{5,3 \text{ s}}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 90 = \mathbf{6,3 \text{ s}}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 90 = \mathbf{7,2 \text{ s}}$$

Následné mezery

$$t_{f7} = \mathbf{2,6 \text{ s}}$$

$$t_{f6} = \mathbf{3,1 \text{ s}}$$

$$t_{f4} = \mathbf{3,5 \text{ s}}$$

Základní kapacita

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{963}{3600} \left(7,2 - \frac{3,5}{2}\right)} = 239 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{390}{3600} \left(6,3 - \frac{3,1}{2}\right)} = 694 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{402}{3600} \left(5,3 - \frac{2,6}{2}\right)} = 885 \text{ pvoz/h}$$

Výsledná kapacita

$$p_{0,7} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_7}{C_7} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{243}{885} \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,725$$

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,725 \cdot 239 = 173 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 694 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 885 \text{ pvoz/h}$$

Rezerva kapacity

Výsledné rezervy kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$Rez_2 = 1800 - 378 = 1422 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_2 = \left(1 - \frac{378}{1800}\right) \cdot 100 = 79 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 24 = 1776 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_3 = \left(1 - \frac{24}{1800}\right) \cdot 100 = 98,7 \%$$

$$Rez_4 = 173 - 14 = 159 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_4 = \left(1 - \frac{14}{173}\right) \cdot 100 = 91,9\%$$

$$Rez_6 = 694 - 224 = 470 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_6 = \left(1 - \frac{224}{694}\right) \cdot 100 = 67,7 \%$$

$$Rez_7 = 885 - 243 = 642 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_7 = \left(1 - \frac{243}{885}\right) \cdot 100 = 72,5\%$$

$$Rez_8 = 1800 - 330 = 1470 \text{ pvoz/h} \qquad Rez_8 = \left(1 - \frac{330}{1800}\right) \cdot 100 = 81,7 \%$$

Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = 25 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_4 = C$$

$$t_{w6} = 7 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Stanovení délky fronty a stupeň vytížení

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{378}{1800} = 0,21 \qquad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{24}{1800} = 0,013 \qquad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{14}{173} = 0,08 \qquad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{224}{694} = 0,32$$

$$N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{243}{885} = 0,27$$

$$N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{330}{1800} = 0,18$$

$$N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

Příloha P.4. Kapacitní posouzení varianty B

Druh vozidla	A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)	Σ
O – osobní vozidla	316	228	213	10	363	22	1152
LN – lehká nákladní vozidla	3	5	2	2	5	0	17
TN – těžká nákladní vozidla	4	0	0	0	0	0	4
A – autobusy	2	5	3	0	3	0	13
C – cyklisté	0	3	3	0	6	0	12
M – motocykly	3	2	6	5	3	3	22

Tabulka 1 – Výhledové intenzity ve špičkové hodině pro rok 2037

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^{a)}	Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
g) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti h) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tabulka 2 – Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu křižovatky [10]

	RAMENO A		RAMENO B		RAMENO C		
Dopravní proud	A (8)	B (7)	C (6)	D (4)	E (2)	F (3)	Σ
Celkem v jednotlivých proudech	329,86	242,28	223,87	14,93	377,53	23,41	1211,88
Zaokrouhlené hodnoty	330	243	224	15	378	24	1214
Celkem přepočtených 1214 pvoz/h							

Tabulka 3 – Přepočtená vozidla dopravních proudů ve špičkové hodině [pvoz/h]

Stupeň podřazenosti:

- 1.stupeň podřazenosti – č.2, 3 a 8
- 2.stupeň podřazenosti – č.6 a 7
- 3.stupeň podřazenosti – č.4

Rozhodující intenzity

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 378 + 24 = \mathbf{402 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 378 + 0,5 \cdot 24 = \mathbf{390 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 378 + 0,5 \cdot 24 + 243 + 330 = \mathbf{963 \text{ pvoz/h}}$$

Kritický časový odstup

$$t_{g7} = 3,4 + 0,021 \cdot 90 = \mathbf{5,3 \text{ s}}$$

$$t_{g6} = 2,8 + 0,038 \cdot 90 = \mathbf{6,3 \text{ s}}$$

$$t_{g4} = 5,2 + 0,022 \cdot 90 = \mathbf{7,2 \text{ s}}$$

Následné mezery

$$t_{f7} = \mathbf{2,6 \text{ s}}$$

$$t_{f6} = \mathbf{3,7 \text{ s}}$$

$$t_{f4} = \mathbf{4,1 \text{ s}}$$

Základní kapacita

$$G_2 = G_3 = G_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{4,1} \cdot e^{-\frac{963}{3600} \left(7,2 - \frac{4,1}{2}\right)} = 222 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{3,7} \cdot e^{-\frac{390}{3600} \left(6,3 - \frac{3,7}{2}\right)} = 601 \text{ pvoz/h}$$

$$G_7 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{402}{3600} \left(5,3 - \frac{2,6}{2}\right)} = 885 \text{ pvoz/h}$$

Výsledná kapacita

$$p_{0,7} = \max \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{I_7}{C_7} \\ 0 \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} 1 - \frac{243}{885} \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0,725$$

$$C_2 = C_3 = C_8 = 1800 \text{ pvoz/h}$$

$$C_4 = p_{0,7} \cdot G_4 = 0,725 \cdot 222 = 161 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 601 \text{ pvoz/h}$$

$$C_7 = G_7 = 885 \text{ pvoz/h}$$

Rezerva kapacity

Výsledné rezervy kapacit jednotlivých dopravních proudů:

$$Rez_2 = 1800 - 378 = 1422 \text{ pvoz/h} \quad Rez_2 = \left(1 - \frac{378}{1800}\right) \cdot 100 = 79 \%$$

$$Rez_3 = 1800 - 24 = 1776 \text{ pvoz/h} \quad Rez_3 = \left(1 - \frac{24}{1800}\right) \cdot 100 = 98,7 \%$$

$$Rez_4 = 161 - 14 = 147 \text{ pvoz/h} \quad Rez_4 = \left(1 - \frac{14}{161}\right) \cdot 100 = 91,3\%$$

$$Rez_6 = 601 - 224 = 377 \text{ pvoz/h} \quad Rez_6 = \left(1 - \frac{224}{601}\right) \cdot 100 = 62,7 \%$$

$$Rez_7 = 885 - 243 = 642 \text{ pvoz/h} \quad Rez_7 = \left(1 - \frac{243}{885}\right) \cdot 100 = 72,5\%$$

$$Rez_8 = 1800 - 330 = 1470 \text{ pvoz/h} \quad Rez_8 = \left(1 - \frac{330}{1800}\right) \cdot 100 = 81,7 \%$$

Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

$$t_{w2} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_2 = A$$

$$t_{w3} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_3 = A$$

$$t_{w4} = 25 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_4 = C$$

$$t_{w6} = 8 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_6 = A$$

$$t_{w7} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_7 = A$$

$$t_{w8} = 1 \text{ s} \rightarrow \acute{U}KD_8 = A$$

Stanovení délky fronty a stupeň vytížení

$$a_{v2} = \frac{l_2}{c_2} = \frac{378}{1800} = 0,21 \quad N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

$$a_{v3} = \frac{l_3}{c_3} = \frac{24}{1800} = 0,013 \quad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v4} = \frac{l_4}{c_4} = \frac{14}{161} = 0,087 \quad N_{95\%} = 1 \text{ m}$$

$$a_{v6} = \frac{I_6}{c_6} = \frac{224}{601} = 0,37$$

$$N_{95\%} = 8 \text{ m}$$

$$a_{v7} = \frac{I_7}{c_7} = \frac{243}{885} = 0,27$$

$$N_{95\%} = 3 \text{ m}$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{c_8} = \frac{330}{1800} = 0,18$$

$$N_{95\%} = 2 \text{ m}$$

Příloha P.5. Kapacitní posouzení varianty C

	do A	do B	do C	Σ
z A	0	243	330	573
z B	224	0	15	239
z C	378	24	0	402
Σ	602	267	345	1214

Tabulka 1 – Dopravní intenzity v roce 2037

Intenzita dopravních okruhů:

$$I_{k(A)} = BC = 15 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{k(B)} = CA = 378 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{k(C)} = AB = 243 \text{ pvoz/h}$$

Kritický časový odstup:

t_g – kritický časový odstup (kritická mezera) [s]

$$b < 11,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_g = 4,5 \text{ s}$$

$$11,00 \text{ m} \leq b \leq 20,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b \text{ [s]}$$

$$b > 20,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_g = 3,6 \text{ s}$$

$$t_{g(A)} = 3,6 \text{ s}$$

$$t_{g(B)} = 3,6 \text{ s}$$

$$t_{g(C)} = 3,6 \text{ s}$$

Následný časový odstup:

t_f – následný časový odstup (následná mezera) [s]

$$R_i < 8,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 3,1 \text{ s}$$

$$8,00 \text{ m} \leq R_i \leq 16,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i \text{ [s]}$$

$$R_i > 16,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f(A)} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f(B)} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f(C)} = 2,6 \text{ s}$$

Vstupní hodnoty pro výpočet:

Rameno	b [m]	R _i [m]	R _e [m]	t _g [s]	t _f [s]	Δ [s]	n _k [-]	N _{i,koef} [-]
A	21,31	30	35	3,6	2,6	2,1	1	1
B	19,72	34	35	3,6	2,6	2,1	1	1
C	23,63	35	35	3,6	2,6	2,1	1	1

Tabulka 2 – Vstupní hodnoty

Kapacita vjezdu:

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_k}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_k}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} \quad (1)$$

kde:

I_k – intenzity dopravy na okruhu [pvoz/h]

n_k – počet jízdních pruhů na okruhu [-]

n_{i,koef} - koeficient zohledňující počet jízdních pruhů na vjezdu [-] (1,0 pro jednopruhové)

Δ - minimální časový odstup mezi vozidly jedoucí na okruhu za sebou [-]

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

Výsledky kapacit vjezdu do okružní kapacity:

$$C_A = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 15}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{15}{3600} \left(3,6 - \frac{2,6}{2} - 2,1\right)} = 1371 \text{ [pvoz/h]}$$

$$C_B = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 378}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{378}{3600} \left(3,6 - \frac{2,6}{2} - 2,1\right)} = 1056 \text{ [pvoz/h]}$$

$$C_C = 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 243}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,6} \cdot e^{-\frac{243}{3600} \left(3,6 - \frac{2,6}{2} - 2,1\right)} = 1172 \text{ [pvoz/h]}$$

Rezerva kapacity:

$$REZ = C_n - I_n \text{ [pvoz/h]} \quad (2)$$

kde:

C_n – kapacita vjezdu do okružní křižovatky [pvoz/h]

Rez – rezerva kapacity [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

Pro výpočet rezervy kapacity dopravního proudu v procentech lze použít vztah:

$$Rez = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) \cdot 100 \quad (3)$$

kde:

Rez – rezerva kapacity [%],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

$$REZ = \left(1 - \frac{I_n}{C_n}\right) \cdot 100 \text{ [%]} \quad (4)$$

$$REZ_A = 1371 - 573 = 798 \text{ pvoz/h}$$

$$REZ_B = 1056 - 239 = 817 \text{ pvoz/h}$$

$$REZ_C = 1172 - 402 = 770 \text{ pvoz/h}$$

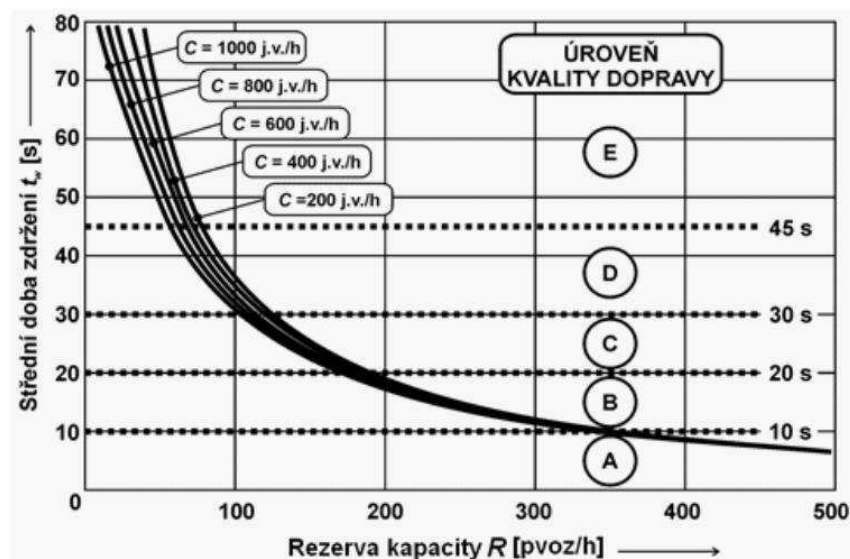
$$REZ_A = \left(1 - \frac{573}{1371}\right) \cdot 100 = 58,21 \%$$

$$REZ_B = \left(1 - \frac{239}{1056}\right) \cdot 100 = 77,37 \%$$

$$REZ_C = \left(1 - \frac{402}{1172}\right) \cdot 100 = 65,70 \%$$

Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení je vyjádřena pomocí rezervy kapacity jízdního pruhu a kapacity. Tuto hodnotu jsem určila z Obrázku 2.



Obrázek 1 – Graf pro určení střední doby zdržení [pvoz/h] [11]

Výsledné doby zdržení a následné učení úrovně kvality dopravy:

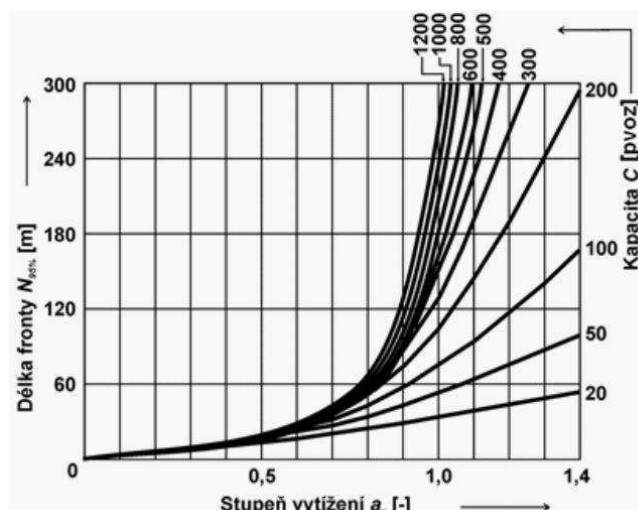
$$t_{wA} = 1 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_A = A$$

$$t_{wB} = 1 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_B = A$$

$$t_{wC} = 1 \text{ s} \rightarrow \text{ÚKD}_C = A$$

Stanovení délky fronty

Délka fronty se stanovuje na vjezdech křižovatky pro 95 % pravděpodobnost uvažované délky fronty. Tato hodnota se určí na základě stupně vytižení a výsledné kapacity podle Obrázku 10.



Obrázek 2 – Graf pro určení délky fronty $N_{95\%}$ na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupni vytížení a_v [11].
(úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.)

Stupeň vytížení

Stupeň vytížení je dán vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad (7)$$

kde:

a_v – stupeň vytížení [-],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Výslední délky front jednotlivých dopravních proudů:

$$a_{vA} = \frac{I_A}{C_A} = \frac{573}{1371} = 0,418 \quad N_{95\%} = 15 \text{ m}$$

$$a_{vB} = \frac{I_B}{C_B} = \frac{239}{1056} = 0,226 \quad N_{95\%} = 8 \text{ m}$$

$$a_{vC} = \frac{I_C}{C_C} = \frac{402}{1172} = 0,343 \quad N_{95\%} = 12 \text{ m}$$

Kapacita výjezdu

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \text{ [pvoz/h]} \quad (8)$$

kde:

$n_{e,koef}$ – koeficient zohledňující počet jízdních pruhů na výjezdu [-] (1,0 pro jednopruhové)

t_f – následný časový odstup (následná mezera) [s]

$$R_e < 15,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 3,0 \text{ s}$$

$$15,00 \text{ m} \leq R_e \leq 30,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e \text{ [s]}$$

$$R_e > 30,00 \text{ m} \dots\dots\dots t_f = 2,4 \text{ s}$$

Následný časový odstup

$$t_{f(A)} = 3,6 - 0,04 \cdot 35 = 2,2 \text{ s}$$

$$t_{f(B)} = 3,6 - 0,04 \cdot 35 = 2,2 \text{ s}$$

$$t_{f(C)} = 3,6 - 0,04 \cdot 35 = 2,2 \text{ s}$$

Výsledky pro kapacity výjezdu:

$$C_{eA} = \frac{3600 \cdot 1}{2,2} = 1636 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{eB} = \frac{3600 \cdot 1}{2,2} = 1636 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{eC} = \frac{3600 \cdot 1}{2,2} = 1636 \text{ pvoz/h}$$

Stupeň vytižení

Stupeň vytižení je dán vztahem:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \tag{9}$$

kde:

a_v – stupeň vytižení [-],

C_n – kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

I_n – intenzita dopravy dopravního proudu [pvoz/h].

Je-li $a_v < 0,9$, pak výjezd okružní křižovatka kapacitně **vyhovuje**.

Je-li $a_v \geq 0,9$, pak výjezd okružní křižovatka kapacitně **nevyhovuje**.

Výsledné délky front jednotlivých dopravních proudů:

$$a_{vA} = \frac{I_A}{C_A} = \frac{602}{1636} = 0,368$$

Kapacita výjezdu A vyhoví.

$$a_{vB} = \frac{I_B}{C_B} = \frac{267}{1636} = 0,163$$

Kapacita výjezdu B vyhoví

$$a_{vC} = \frac{I_C}{C_C} = \frac{345}{1363} = 0,211$$

Kapacita výjezdu V vyhoví

Kapacita OK vyhovuje pro rok 2037, proto není nutné ověřovat i rok 2017.